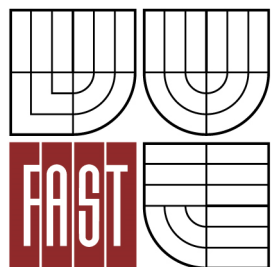




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

NÁVRH VYTÁPĚNÍ DĚTSKÉHO DOMOVA

DESIGN OF CHILDREN'S HOME HEATING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. JIŘÍ MACEK

VEDOUcí PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. LENKA MAUREROVÁ

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Bc. Jiří Macek
Název	Návrh vytápění dětského domova
Vedoucí diplomové práce	Ing. Lenka Maurerová
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2014
Datum odevzdání diplomové práce	16. 1. 2015
V Brně dne 31. 3. 2014	

.....
doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

Zásady pro vypracování

A. Analýza tématu, cíle a metody řešení

- Analýza zadaného tématu, normové a legislativní podklady
- Cíl práce, zvolené metody řešení
- Aktuální technická řešení v praxi
- Teoretické řešení (s využitím fyzikální podstaty dějů)
- Experimentální řešení (popis metody a přístrojové techniky)
- Řešení využívající výpočetní techniku a modelování

B. Aplikace tématu na zadané budově - koncepční řešení

- Návrh technického řešení ve 2 až 3 variantách v zadané specializaci (včetně doložených výpočtů) v rozpracovanosti rozšířeného projektu pro stavební povolení: půdorysy v měřítku 1:100, stručná technická zpráva
- Ideové řešení navazujících profesí TZB (ZTI, UT, VZT) v zadané budově
- Hodnocení navržených variant řešení z hlediska vnitřního prostředí, uživatelského komfortu, prostorových nároků, ekonomiky provozu, dopadu na životní prostředí apod.;

C. Technické řešení vybrané varianty

- Technické realizační řešení zadané specializace s grafickými i textovými výstupy

Předepsané přílohy

Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....

Ing. Lenka Maurerová
Vedoucí diplomové práce

Abstrakt

Projekt diplomové práce se zabývá návrhem systému vytápění dětského domova.

Objekt má suterén a tři nadzemní podlaží.

Objekt je vytápěn deskovými a trubkovými tělesy.

Zdroj tepla (plynový kondenzační kotel) je umístěn v technické místnosti.

Klíčová slova

desková tělesa, trubková tělesa, podlahové vytápění, kondenzační kotel, zabezpečovací zařízení, příprava teplé vody, tepelná ztráta

Abstract

This final thesis deals concerned with design of heating in the children's home.

The object has basement and three floors.

The object is heated by means of panel and tubular heaters.

The heat source (gas condensing boiler) is located in a technical room.

Keywords

panel heaters, tubular heaters, underfloor heating, gas condensing boiler, alarm system, hot service water system, heat loss

Bibliografická citace VŠKP

Bc. Jiří Macek *Návrh vytápění dětského domova*. Brno, 2015. 80 stran., 8 výkresů a 39 listů příloh. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lenka Maurerová.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 16.1.2015

.....
podpis autora
Bc. Jiří Macek

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi při vypracování diplomové práce pomáhali. Zejména chci poděkovat vedoucí práce Ing. Lence Maurerové za její ochotu, pomoc při vypracování a užitečné rady. Velký dík patří i mé rodině za podporu během dlouhého studia.

OBSAH

ÚVOD	12
A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ	13
1 ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU	14
1.1 ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU	14
1.2 NORMOVÉ A LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY	14
2 CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ.....	15
2.1 CÍL PRÁCE	15
2.2 ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ	15
3 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI	15
3.1 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ KOTLŮ	15
3.2 ELEKTROKOTLE.....	17
3.3 PALIVOVÉ KOTLE	18
3.3.1 KOTLE NA PLYNNÁ PALIVA	20
3.3.1.1 ZÁKLADNÍ ČÁSTI PLYNOVÝCH KOTLŮ	21
3.3.1.2 PLYNOVÉ KOTLE NÁSTĚNNÉ	22
3.3.1.3 PLYNOVÉ KOTLE STACIONÁRNÍ	23
3.3.1.4 PLYNOVÉ KONDENZAČNÍ KOTLE	24
3.3.2 KOTLE NA KAPALNÁ PALIVA	25
3.3.3 KOTLE NA PEVNÁ PALIVA.....	26
3.3.3.1 KLASICKÉ KOTLE NA PEVNÁ PALIVA S RUČNÍM PŘÍKLÁDÁNÍM.....	27
3.3.3.2 KLASICKÉ KOTLE NA PEVNÁ PALIVA S AUTOMATICKÝM DOPLŇOVÁNÍM	28
3.3.3.3 POLOZPLYNOVACÍ KOTLE	28
3.3.3.4 ZPLYNOVACÍ KOTLE.....	29
4 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ (S VYUŽITÍM PODSTATY FYZIKÁLNÍCH DĚJŮ).....	30
4.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA.....	30
4.2 PŘESNÝ VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT.....	31
4.2.1 TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM.....	31
4.2.1.1 MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA DO VENKOVNÍHO PROSTŘEDÍ	31
4.2.1.2 MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PŘES NEVYTÁPĚNÝ PROSTOR.....	31
4.2.1.3 MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA ZEMINOU	32
4.2.1.4 MĚRNÁ TEPELNÁ ZTRÁTA Z/DO PROSTOR S ODLIŠNOU TEPLOTOU	32
4.2.2 TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	33
4.3 VÝPOČET SKUTEČNÉHO VÝKONU TĚLESA	34
5 ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ	34
B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ – KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ	36

6 ANALÝZA OBJEKTU.....	37
6.1 HISTORIE DĚTSKÉHO DOMOVA DAGMAR	38
7 VÝPOČET SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	38
7.1 SHRNUtÍ VYPOČítANÝCH HODNOT SOUČiniteLE PROSTUPU TEPLA	39
8 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU.....	39
8.1 SHRNUtÍ VYPOČítANÝCH HODNOT TEPELNÉHO VÝKONU	41
9 ENERGETICKÝ ŠtÍTEK OBÁLKY BUDOVY.....	43
10 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	47
10.1 VARIANTA 1 – PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	47
10.2 VARIANTA 2 – DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA	47
11 HODNOCENÍ VARIANT	47
11.1 HODNOCENÍ Z HLEDISKA TECHNICKÉ PROVEDITELNOSTI	47
11.1.1 VARIANTA 1 – PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	47
11.1.2 VARIANTA 2 – DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA.....	48
11.2 HODNOCENÍ Z HLEDISKA PROSTOROVÝCH NÁROKŮ.....	48
11.2.1 VARIANTA 1 – PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	48
11.2.2 VARIANTA 2 – DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA.....	48
11.3 HODNOCENÍ Z HLEDISKA EKONOMIKY PROVOZU.....	48
11.3.1 VARIANTA 1 – PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	48
11.3.2 VARIANTA 2 – DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA.....	49
11.4 HODNOCENÍ Z HLEDISKA UŽIVATELSKÉHO KOMFORTU	49
11.4.1 VARIANTA 1 – PODLAHOVÉ VYTÁPĚNÍ	49
11.4.2 VARIANTA 2 – DESKOVÁ OTOPNÁ TĚLESA.....	50
11.5 VOLBA VARIANTY PRO TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	50
12 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAŽUJÍCÍCH PROFESÍ TZB	50
12.1 NÁVAZNOST NA ZTI.....	50
12.1.1 VODOVOD.....	50
12.1.2 KANALIZACE	51
12.2 NÁVAZNOST NA UT	51
12.3 NÁVAZNOST NA VZT.....	51
C. PROJEKT	52
13 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH	53
14 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY	55
14.1 VSTUPNÍ HODNOTY PRO VÝPOČET ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘEVU TEPLÉ VODY	55
14.2 VÝPOČET ZÁSOBNÍKOVÉHO OHŘEVU TEPLÉ VODY	56
14.3 NÁVRH ZÁSOBNÍKŮ TEPLÉ VODY	57

15 NÁVRH ZDROJE TEPLA	58
16 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ, NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL. 58	
16.1 POSTUP DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ	58
16.2 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL	59
17 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ	64
17.1 NÁVRH EXPANZNÍ NÁDOBY	64
17.1.1 VÝPOČET EXPANZNÍ NÁDOBY	64
17.1.2 VÝPOČET PRŮMĚRU POTRUBÍ EXPANZNÍ NÁDOBY	64
17.2 NÁVRH POJISTNÉHO ZAŘÍZENÍ	65
17.2.1 VÝPOČET PRŮŘEZU SEDLA POJISTNÉHO VENTILU	65
18 NÁVRH DALŠÍCH ZAŘÍZENÍ	66
18.1 NÁVRH HYDRAULICKÉHO VYROVNÁVAČE DYNAMICKÝCH TLAKŮ (HVDT)	66
18.2 NÁVRH KOMBINOVANÉHO ROZDĚLOVAČE, SBĚRAČE	66
19 POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY	67
20 TECHNICKÁ ZPRÁVA	68
20.1 ÚVOD	68
20.1.1 OZNAČENÍ STAVBY A POZEMKU	68
20.1.2 UMÍSTĚNÍ A POPIS OBJEKTU	68
20.2 TEPELNÉ TECHNICKÉ PARAMETRY KONSTRUKCÍ	68
20.3 ZDROJ TEPLA	69
20.4 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ	70
20.5 DALŠÍ ZAŘÍZENÍ	70
20.6 OTOPNÁ SOUSTAVA	71
20.7 OTOPNÁ TĚLESA	71
20.8 OBĚHOVÉ ČERPADLA	71
20.9 REGULACE	72
20.10 PŘÍPRAVA TV	72
20.11 PLNĚNÍ A VYPOUŠTĚNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY	73
20.12 MONTÁŽ, UVEDENÍ DO PROVOZU	73
20.12.1 ZDROJ	73
20.12.2 TOPNÁ SOUSTAVA	73
20.12.3 TOPNÁ ZKOUŠKA	73
20.12.4 ZPŮSOB OBSLUHY A OVLÁDÁNÍ	74
20.13 BEZPEČNOST PŘI PROVOZU A POUŽÍVÁNÍ ZAŘÍZENÍ	74
20.14 NÁVRH TEPELNÝCH IZOLACÍ ROZVODŮ	74
21 ZÁVĚR	75

22 POUŽITÉ ZDROJE	76
23 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ	79
PŘÍLOHY	80
A. VÝPOČTOVÁ ČÁST	80
B. VÝKRESOVÁ ČÁST	80

ÚVOD

Náplní této diplomové práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody v objektu dětského domova Dagmar. Práce je rozdělena do tří částí.

První část přináší legislativní požadavky, přibližuje aktuální technická řešení vytápění (zdrojů tepla) v praxi. Dále popisuje teoretické řešení některých výpočtů a na závěr popisuje pár výpočetních programů užívaných v TZB.

Druhá část analyzuje zadané téma ve dvou navržených variantách včetně výpočtu součinitelů prostupu tepla, energetického štítku budovy a výpočtem tepelných ztrát. Dále zkráceně řeší návaznost na zdravotnické a vzduchotechnické instalace.

Třetí část obsahuje výpočtovou a výkresovou dokumentaci a technickou zprávu vybrané varianty.

A. ANALÝZA TÉMATU, CÍLE A METODY ŘEŠENÍ

1 ANALÝZA ZADANÉHO TÉMATU

1.1 Analýza zadaného tématu

Tématem diplomové práce je vhodný návrh vytápění dětského domova Dagmar, přípravy teplé vody a návrh zdroje tepla.

Dětský domov Dagmar se nachází v Brně, městské části Žabovřesky. Jedná se o objekt s jedním podzemním, třemi nadzemními podlažími a plochou střechou. Téma práce analyzuje 2 navržené možnosti vytápění. Na vybraný způsob je navržena projektová dokumentace.

1.2 Normové a legislativní požadavky

Projekt je vypracován podle platných norem, právních předpisů a hygienických požadavků.

Vyhl. MMRČR č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Vyhl. MMRČR č. 193/2007 Sb., kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie

ČSN EN 12 831 – Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž

ČSN EN 1264 – Podlahové vytápění

ČSN 06 0320 - Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody

ČSN 06 0830 - Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

ČSN 73 0540 – (1, 2, 3, 4) - Tepelná ochrana budov

TNI 73 0330 – Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – bytové domy

2 CÍL PRÁCE, ZVOLENÉ METODY ŘEŠENÍ

2.1 Cíl práce

Cílem práce je návrh a posouzení dvou variant řešení vytápění dětského domova Dagmar. Návrhy byly zhodnoceny a vybrána vhodnější varianta.

2.2 Zvolené metody řešení

Zvolenou metodou řešení je kombinace ručního výpočtu s využitím fyzikálních vztahů v programovém softwaru MS Office a využit softwaru TechCon a AutoCad.

Tepelné ztráty objektu, které jsou potřeba pro návrh zdroje tepla a otopných ploch, jsou počítány ruční metodou v programu Excel. Do výkonu je připočítán i potřebný výkon pro ohřev zásobníku teplé vody. Výpočet prostupu tepla, dimenzování rozvodů, a výpočet zabezpečovacích a dalších zařízení v technické místnosti je též počítán ručně. K návrhu podlahového vytápění byl využit program TechCon, výkresová dokumentace je kreslena v programu AutoCad.

3 AKTUÁLNÍ TECHNICKÁ ŘEŠENÍ V PRAXI

Kotle jsou zařízení, ve kterých se spaluje palivo a ohřívá teplonosná látka. Takto vyrobené teplo využíváme k pokrytí potřeb na vytápění otopné soustavy, ohřev a přípravu teplé užitkové vody.

3.1 Základní rozdělení kotlů

Kotle lze rozdělit podle několika hledisek:

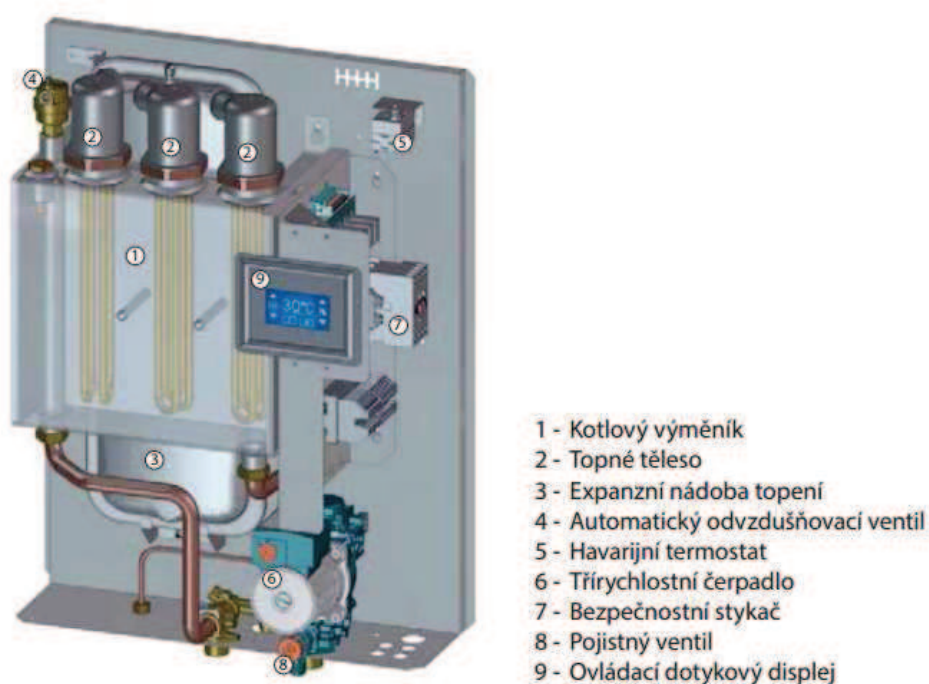
- Dle primární energie
 - a) Elektrokotle
 - Přímotopné
 - Akumulační
 - b) Palivové kotle
 - Kotle na plynná paliva (zemní plyn, propan-butan)
 - Kotle na kapalná paliva (topné oleje)
 - Kotle na tuhá paliva (dřevo, uhlí, biomasa, dřevní hmoty)
 - Kotle na paliva více skupenství

- Dle teplotnosné látky dodávané do otopné soustavy
 - a) Kotle vodní popř. kotle s roztokem nemrznoucí kapaliny
 - b) Kotle parní
 - c) Kotle kombinované
- Dle provozních parametrů rozlišujeme
 - a) Kotle nízkotlaké
 - Teplovodní kotle s nejvyšší pracovní teplotou otopné vody do 115°C
 - Parní nízkotlaké kotle s pracovním tlakem do 70 kPa
 - b) Kotle horkovodní s pracovní teplotou nad 115°C a s pracovním tlakem nepřesahujícím 2,5 MPa
 - c) Kotle parní středotlaké s pracovním tlakem vyšším než 70 kPa, avšak nepřesahujícím 1,6 MPa
- Dle použitého materiálu teplosměnné plochy
 - a) Kotle vyrobené z litiny
 - b) Kotle vyrobené z ocelových plechů
 - c) Kotle vyrobené z ostatních materiálů (např. měď, ušlechtilá ocel)
- Dle tlaku ve spalovacím prostoru
 - a) Podtlakové kotle
 - b) Přetlakové kotle
- Dle umístění
 - a) Závěsné (na zdi)
 - b) Stacionární (na podlaze či soklu)
- Dle způsobu odvodu spalin:
 - a) Do komína, kouřovodu s funkcí komína
 - b) Na (venkovní fasádu) nebo nad střechu v provedení turbo

3.2 Elektrokotle

Elektrokotle nejsou v pravém slova smyslu pravým elektrickým topením. V systému teplovodního vytápění s trubkami, radiátory, čerpadlem pracuje elektrokotel stejným způsobem jako kotel s hořákem. Tzn., že teplonosným médiem je topná voda, která proudí kolem topných tyčí a ohřívá se. Ta je pak pomocí čerpadla dopravována do radiátorů v jednotlivých místnostech. Výhodou elektrokotle oproti plynovému kotli je, že zde odpadají vysoké počáteční investice, které jsou u plynového zdroje tepla potřeba, jako je plynová přípojka nebo komín. Navíc uživatel získává od dodavatele elektrické energie výhodnou nízkou sazbu až 20 hod. denně, kterou spotřebovává i pro ostatní elektrospotřebiče a tím kompenzuje vyšší provozní náklady u elektrického topení. [1]

Elektrokotle se často užívají jako doplňkové zdroje k jiným způsobům vytápění, jako jsou například kotle na tuhá paliva. Dále se mohou využít i u moderních zdrojů tepla, například u tepelných čerpadel či solárních panelů. Zde elektrokotel přichází na řadu v době, kdy primární zdroj nevytopí objekt na požadovanou teplotu.



Obrázek 3.1 elektrokotel THERM EL 5 [2]

3.3 Palivové kotle

Palivové kotle svou konstrukcí odpovídají spalovanému palivu a charakteru plamene, který je především dán podílem prchavé hořlaviny.

Palivové kotle jsou konstruovány tak, aby splňovaly stanovenou minimální účinnost výroby tepelné energie v závislosti na výkonu kotle a na druhu použitého paliva. Rozdíl mezi tepelnou energií dodanou v palivu a tepelnou energií vyrobenou jsou ztráty kotle. Snahou při konstrukci kotlů je určitá výše ztrát nevyhnutelná.

V souvislosti s energií dodávanou v palivu je potřeba rozlišovat výhřevnost a spalné teplo paliva.

Výhřevnost (kJ/kg, MJ/kg) je teplo uvolněné dokonalým (úplným) spálením jednotkového množství paliva (1 kg), za konstantního tlaku a teploty t , přičemž všechny plynné produkty spalování ochlazené na výchozí teplotu t jsou v plynném stavu. Oproti spalnému teplu je nižší o výparné teplo vody při příslušné teplotě. [3]

Tabulka 13.1 Výhřevnost vybraných paliv [4]

Zemní plyn	33,48 MJ/m ³
Propan	46,40 MJ/kg
LTO	42,30 MJ/kg
TTO	40,61 MJ/kg
Dřevo palivové	14,62 MJ/kg
Dřevěné brikety	16,21 MJ/kg
HU prachové - Most	11,72 MJ/kg
HU tříděné - Most	17,18 MJ/kg
HU prachové - Sokolov	10,49 MJ/kg
HU tříděné - Sokolov	14,17 MJ/kg
ČU prachové - Ostrava	22,78 MJ/kg
ČU energetické - Ostrava	29,21 MJ/kg
ČU prachové - Kladno	15,57 MJ/kg
ČU energetické - Kladno	22,61 MJ/kg
Koks otopový	27,49 MJ/kg
Lignit	8,79 MJ/kg
Brikety	23,05 MJ/kg
Sláma obilná	15,50 MJ/kg
Komunální odpad	9,12 MJ/kg
Papír	14,11 MJ/kg

Spalné teplo (kJ/kg, MJ/kg), (kJ/m³ u PP) je teplo uvolněné dokonalým (úplným) spálením jednotkového množství paliva (1 kg), za konstantního tlaku a teploty t , přičemž všechny plynné produkty spalování ochlazené na výchozí teplotu t jsou v plynném stavu, vodní pára utvořená v průběhu reakce při teplotě t z kondenzuje. Vztažná spalovací teplota t je pro TP 20 °C. Spalné teplo je tedy celkové chemicky vázané teplo v palivu včetně kondenzačního tepla vodní páry. Je vyšší než výhřevnost.

Měří se laboratorně. [3]

Při provozu kotle vzniká mnoho ztrát, mezi které řadíme:

- Ztráta citelným teplem spalin (komínová) – jedná se o energetickou ztrátu danou rozdílem mezi tepelným obsahem odcházejících spalin a tepelným obsahem spalovacího vzduchu. Tato ztráta je většinou nejvýznamnější. U kotlů s přirozeným tahem ji nelze snižovat, neboť přirozený tah komína závisí právě na dostatečné teplotě spalin. Odtah spalin lze zajistit i nuceným způsobem, který ovšem přináší zvýšení dodávané energie.
- Ztráta sdílením tepla z kotle do okolí – díky dnešním izolacím lze tuto ztrátu značně eliminovat.
- Ztráty unikáním vyrobeného tepla netěsnostmi – ztráty, které vznikají unikáním teplotonosné látky například ucpávkami, armaturami apod.
- Ztráty mechanickým a chemickým nedopalem – ztráty, které vznikají nedokonalým prohořením (především u tuhého paliva) a o ztráty vzniklé nedostatečným sloučením hořlavé složky paliva s kyslíkem (např. vznik oxidu uhelnatého místo oxidu uhličitého)
- Ztráty odluhem – jsou to ztráty způsobené nutným trvalým odpouštěním vody z tlakového systému kotle za účelem stanovené koncentrace kotelní vody
- Ztráta odkalem – jsou to ztráty způsobené periodickým odpouštěním vody z tlakového systému kotle, případně z tepelné sítě za účelem odstranění vznikajících kalů, za účelem předepsaného složení vody.

Z konstrukčního pohledu se dříve používala litina, která má velkou odolnost proti korozi. U některých kotlů se používá dodnes.

V současné době se vyrábějí především ocelové kotle, kvůli nižší ceně. S tím ale bohužel souvisí nižší životnost kotlů. U kotlů z běžné oceli nemá teplota vratné vody klesnout pod 65°C, aby nedocházelo k nízkoteplotní korozi. To se zajistí zvláštním čerpadlem v okruhu kotle. Nízkoteplotní koroze je způsobena kondenzující vodní párou, kterou spaliny vždy obsahují, u kotlů na kapalná paliva a uhlí navíc obsahují spaliny i síru. Síra shoří na oxid siřičitý, který s vodou sloučí na kyselinu sírovou. Kyselina sírová má vyšší bod varu a je-li součástí směsi plynů (spalin), způsobuje

zvýšení teploty rosného bodu. Tím se zvyšuje i nutná teplota teplosměnné plochy, chceme-li kondenzaci předejít. [5]

3.3.1 Kotle na plynná paliva

Plynové kotle jsou kotle vhodné nejen pro domácnost, ale i pro jiné občanské či průmyslové stavby. Výhodou je schopnost úsporně vytápět zvolený prostor a úsporně připravit (ohřát teplou vodu). Současné plynové kotle jsou vybaveny tak, aby emise škodlivých látek do ovzduší byly co nejnižší. Některé typy jsou dokonce vybaveny tzv. nízkoemisními hořáky a byla jim udělena známka „Ekologicky šetrný výrobek“.

Plynové kotle jsou vyráběny v provedení pro zemní plyn či propan. Regulaci a provoz kotle zajišťuje elektronická řídicí jednotka.

Při úvahách o vytápění rodinného domu nebo koupi správného tepelného zdroje je nutné sledovat několik faktorů. Jsou jimi bezpochyby výkon, spotřeba a typ paliva, účinnost, náročnost obsluhy, množství škodlivin dostávajících se do ovzduší a splňování přísných norem. [6]

Plynové kotle lze rozdělit podle mnohých kritérií:

Dle možného způsobu provozu:

- Klasické (teplota zpětné vody do kotle nemá poklesnout pod 60°C)
- Nízkoteplotní (teploty vody na kotli nesmějí poklesnout pod 50/40°C)
- Kondenzační (teploty vody na kotli mohou poklesnout pod 50/40°C)

Dle počtu výkonových stupňů hořáků:

- Jednostupňové
- Dvoustupňové (dva výkonové stupně, nejčastěji 50 a 100 % výkonu)
- Spojité (mezi cca 10 až 50 % pevný výkonový stupeň, pak do 100 % spojitě)

Dle typu hořáku

- S tlakovými hořáky
- S atmosférickými hořáky

Hořáky:

- Podtlakové – ventilátor odvádí spaliny ze spalovací komory a tím vzniká podtlak na hořáku
- Přetlakové – s nuceným přívodem vzduchu ventilátorem do hořáku, který dodává jeho potřebné množství pro dokonalé spalení paliva. Ve spalinové komoře vzniká přetlak.

- Atmosferické – plyn vystupuje vysokou rychlostí z jemné trysky a vytváří v zúžené směšovací trubici (injektoru) podtlak, kterým je nasáván primární vzduch z okolí kotle. Tyto hořáky se používají především pro menší výkony kotlů. [7]

Dle přívodu vzduchu

- Spotřebič typu B – odebírají vzduch pro spalování z prostoru, v němž jsou instalovány a spaliny jsou odváděny kouřovodem a komínem do venkovního prostoru.
- Spotřebič typu C – odebírají vzduch pro spalování z venkovního prostoru a spaliny jsou odváděny kouřovodem a komínem do venkovního prostoru

3.3.1.1 Základní části plynových kotlů

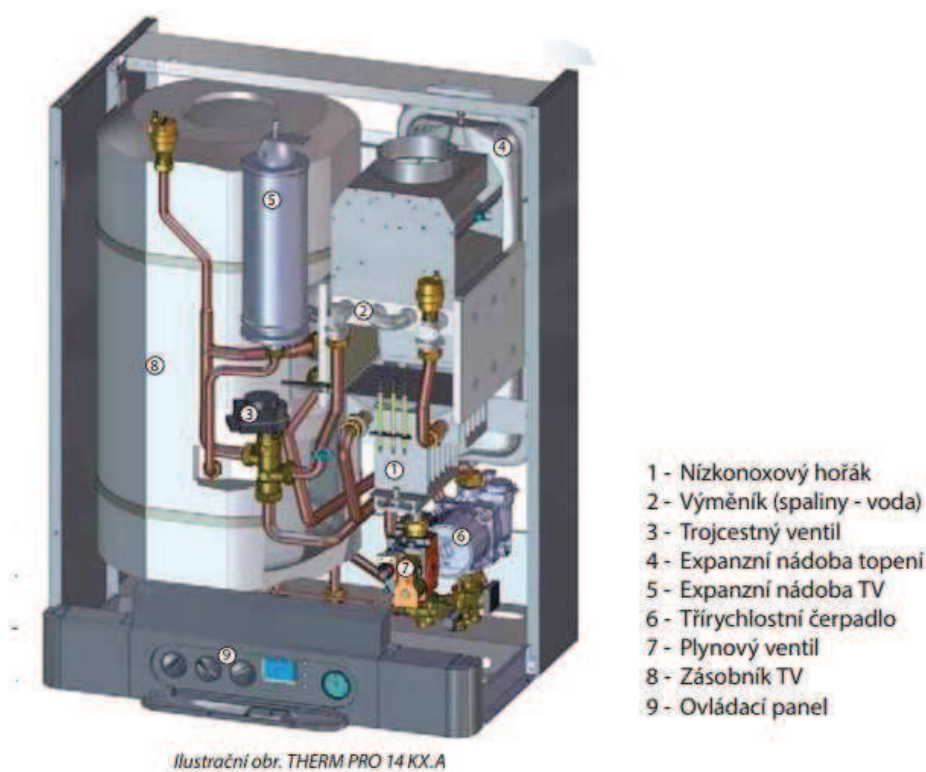
- Ejekční hořák - hořáky, ve kterých se před spalováním smísí primární vzduch s plynem a jde do spalovací komory. Poté přijde směs plynu a primárního vzduchu do trysky, kde se směs zapálí a přimísí se sekundární vzduch.
- Deskový výměník - skládá se ze sady desek, které jsou seřazeny za sebou. Teplá voda a studená proudí proti sobě v jednotlivých kanálcích a přes desku výměníku se předává teplo z jednoho media do druhého. Pro zvýšení účinnosti výměníku je nutné, aby médium proudilo intenzivně turbulentně.
- Oběhové čerpadlo - používá se pro cirkulaci otopné vody v soustavě. Čerpadlo je nutno regulovat z ekonomických důvodů. Regulace je možná dle stupně otáček (třístupňové) nebo plynulá dle diferenčního tlaku.
- Řídící zařízení - dříve se kotle zapalovaly pomocí „věčného“ plamínku. Dnes se kotle zapalují pomocí elektrické jiskry z důvodu úspory plynu. Termostat v místnosti dá signál řídícímu zařízení a to uvede kotel pomocí elektrické jiskry do provozu.
- Ionizační elektroda - slouží pro kontrolu, zda hořák správně hoří.
- Regulační zařízení - zajišťuje plynulou regulaci kotle v závislosti na potřebě výkonu.
- Plynová armatura - dle provedení a typu obsahuje dva plynové elektromagnetické ventily a možností nastavené průtokového množství plynu pro jednotlivé stupně v regulačním rozsahu. [8]
- Přerušovač tahu - používá se u spotřebičů typu B. Plní funkci v případě, kdy je odvod spalin vlivem povětrnostních podmínek velký, popř. malý. V případě velkého tahu komína, přisává vzduch přerušovač tahu. V případě ztráty tahu komína plní funkci odkouření do místnosti. Při odkouření do místnosti se spotřebič vypne pojistným zařízením. Při zanesení tepla není možno odvést spaliny do komína. [9]

3.3.1.2 Plynové kotle nástěnné

Plynové kotle nástěnné patří mezi nejrozšířenější zařízení pro vytápění bytů a rodinných domů, v posledních letech jejich nabídka. Díky digitalizaci a automatizované diagnostice je údržba a servis plynových kotlů stále snadnější. Případná vyšší pořizovací cena nástěnného plynového kotle je ale kompenzovaná komfortem, pohodlnou obsluhou a nižšími provozními náklady.

Specifika nástěnného plynového kotle

Nástěnné plynové kotle jsou velmi malé. Hlavním prvkem nástěnného plynového kotle je výměník tepla. Ohřev otopné soustavy nástěnného plynového kotle probíhá na malé ploše výměníku a díky konstrukci hořáku a výměníku kotle jej lze přesně regulovat. Objem vody v nástěnném plynovém kotli je kolem 1,5 l. Spotřeba plynu u nástěnného plynového kotle je menší než u kotle stacionárního. Menší spotřeba je dána konstrukcí nástěnného plynového kotle jako celku. Úspora je dosažena také možností modulace výkonu kotle, která je ovlivněna na základě pokynů vnější regulace. [6]



Obrázek 3.2 Plynový kotel se zásobníkem TV [10]

Typy nástěnných kotlů:

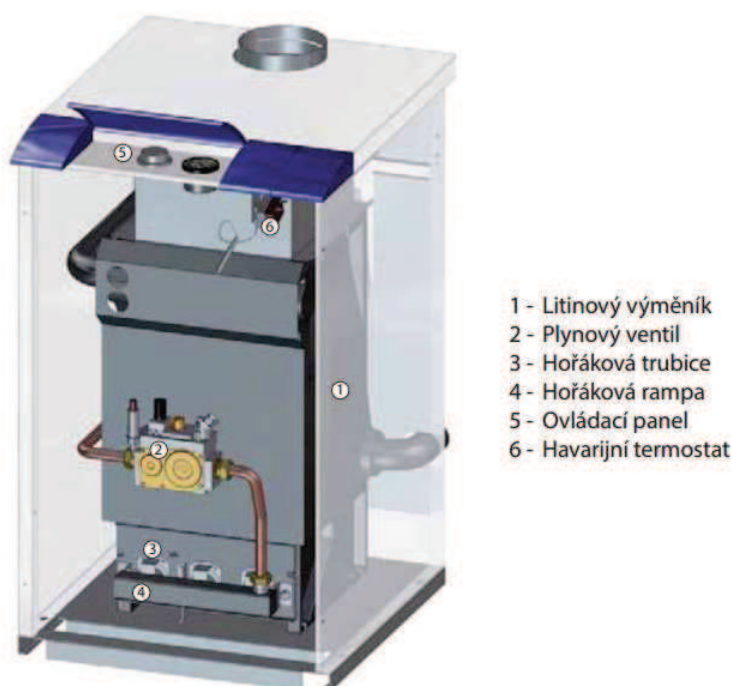
- Nástěnný plynový kotel pouze pro topení
- Nástěnný kombinovaný plynový kotel – zajišťuje vytápění a průtokový ohřev vody
- Nástěnný kombinovaný plynový kotel s vestavěným zásobníkem vody (obr. 3.2)
- Nástěnný kombinovaný plynový kotel s nepřímotopným zásobníkovým ohřívačem vody

3.3.1.3 Plynové kotle stacionární

Stacionární kotle vzhledem ke své konstrukci a materiálu, ze kterého jsou vyrobeny (litina) jsou již v současné době na ústupu. K nevýhodám, oproti závěsným formám kotlů, patří zejména větší plocha výměníku, větší objem vody ve výměníku, větší rozměry či horší možnosti regulace. Tyto nevýhody značně znevýhodňují a zužují možnost použití stacionárních forem kotlů, protože tyto formy kotlů jsou méně úsporné než např. nástěnné.

Stacionární kotel se doporučuje použít jako zdroj tepla zejména při výměnách za dosluhující starý kotel tam, kde není možno ať už z technických či jiných důvodů přistoupit k větší rekonstrukci topného systému. Předností stacionárního kotle je jeho robustnost a dlouhá životnost.

Také ke stacionárnímu kotli je možné připojit zásobník na teplou vodu. Provoz takového zdroje je však zejména v tzv. letním provozu ne příliš ekonomický. [11]



Ilustrační obr. THERM 18 EZ/B

Obrázek 3.3 Plynový stacionární kotel [11]

3.3.1.4 Plynové kondenzační kotle

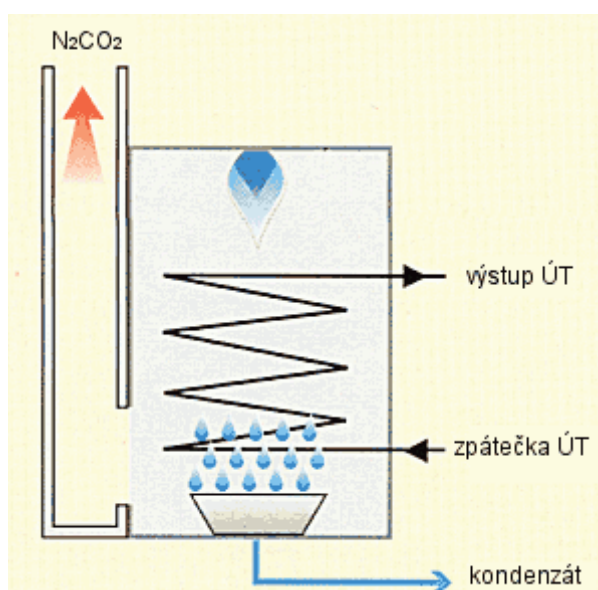
Při spalování paliva vznikají spaliny s obsahem vodní páry. Při kondenzaci této páry se uvolňuje teplo, díky kterému mohou kondenzační kotle pracovat i s účinností větší než 100% (výrobci udávají až 108%). U klasických kotlů tento jev nesmí nastat, neboť jejich výměníky může porušit nízkoteplotní koroze. Kondenzační kotle mají teplosměnnou plochu z materiálu odolného proti korozi. Nejčastěji se jedná o nerezovou ocel nebo hliníko-hořčíkovou slitinu. Množství zkondenzované vody závisí na mnohých aspektech, jako jsou:

- druh paliva
- teplota spalovacího vzduchu
- vlhkost a množství vzduchu
- teplota otopné soustavy

Vodní pára zkondenzuje při nižší teplotě než rosný bod spalin (proto systémy s nižší teplotou otopné vody). Rosný bod spalin se pohybuje do 57 °C.

Rosný bod je teplota, při které je vzduch maximálně nasycen vodními parami (relativní vlhkost vzduchu dosáhne 100 %). Pokud teplota klesne pod tento bod, nastává kondenzace. Teplota rosného bodu je různá pro různé absolutní vlhkosti vzduchu.

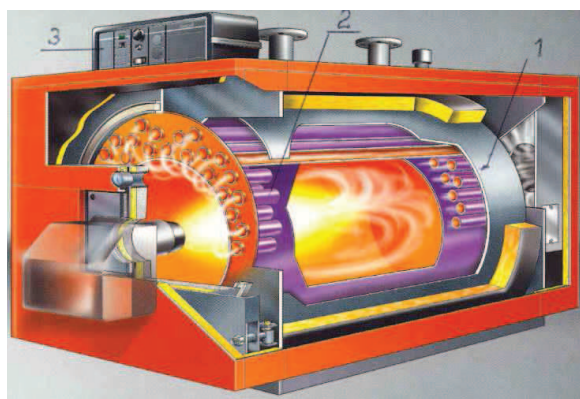
Kondenzát se musí odvádět trvale do kanalizace. Kondenzát je mírně kyselý a u větších výkonů je nutno kondenzát neutralizovat granulovým vápencem nebo směsí hořčíku a vápence. Pro malé výkony kotle (do 25kW) není neutralizace kondenzátu nutná. Na 10kW vznikne cca 1 l/h kondenzátu.



Obrázek 3.4 Princip spalování zemního plynu při kondenzačním ohřevu [12]

3.3.2 Kotle na kapalná paliva

Kotle na kapalná paliva se uplatňují často tam, kde se nevyplatí budovat inženýrské sítě a zároveň je zde nevýhodné topit klasickými topidly na pevná paliva. Takovými místy jsou například obydlení na okraji civilizace, kde by častá doprava uhlí či dřeva byla drahým luxusem, anebo v mobilních obydlich, kde se hledí především na minimalizaci objemu transportu.



Obrázek 3.5 Kotel na naftu, 1. válcové těleso kotle s plamencovou spalovací komorou, 2. ocelové spalínové trubky, 3. ovládací panel [13]

Topení lehkými topnými oleji naopak vyžaduje nákladnou stavební investici do bezpečného zásobníku tekutého paliva, vrátí se však v komfortním provozu topné soustavy, kde stačí palivo doplňovat obvykle jednou ročně. Je tak vhodné například pro obydlení vzdálená od zasilovaných obcí, jejichž obyvatelé se nechtějí vzdát komfortu, který jim topidla na pevná paliva nemohou nabídnout.

Kotle na kapalná paliva řazené mezi klasická topidla:

- Kotle na lehký topný olej - palivem jsou lehké topné oleje (LTO) - deriváty ropy, kterými se plní periodicky zásobníky umístěné vedle vytápěných objektů. Jsou vhodné tam, kde se neplánuje zavedení plynofikace a je potřeba automatické regulace vytápění.
- Kotle na naftu - využívají se u nás ojediněle - zpravidla tam, kde je z nějakého důvodu potřeba dopravovat naftu i pro pohon jiných strojů - například polární stanice, vysokohorské chaty, lodě apod.

Výhody kotlů na kapalná paliva:

- Možnost automatizace a regulace topení bez zásahů obsluhy
- Vysoký uživatelský komfort vytápění
- Relativně levný provoz
- Vysoká výhřevnost vzhledem ke skladovacímu objemu

Nevýhody kotlů na kapalná paliva

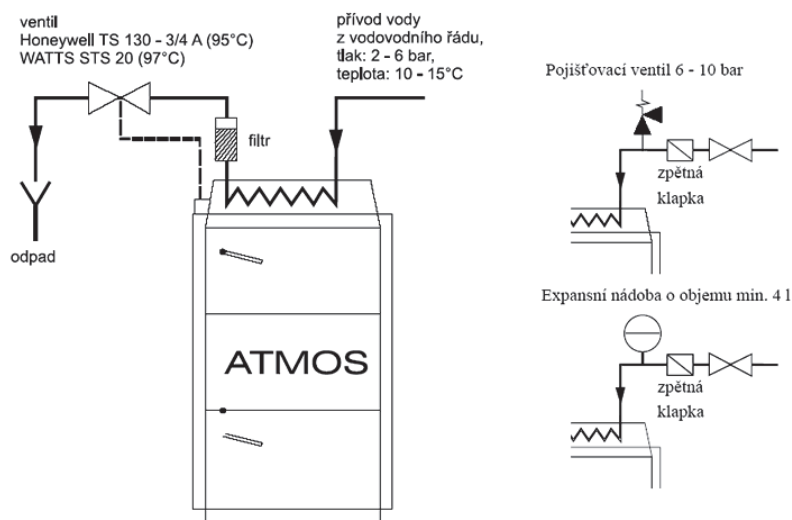
- Vyšší pořizovací náklady - kotel, čerpadlo, zásobník, dopravní potrubí, regulátor
- Potřeba speciálního objemného a drahého zásobníku paliva v blízkosti objektu
- Nebezpečí kontaminace spodních vod při úniku paliva
- Nebezpečí výbuchu výparů při nedodržení podmínek skladování
- Nutnost pravidelného zásobování a doplňování zásobníku [14]

3.3.3 Kotle na pevná paliva

Kotle na tuhá paliva vždy umísťujeme ve speciální místnosti (kotelna, technická místnost) na soklu o minimální výšce 50 mm. V těchto místnostech se musí řešit odvod škodlivin buď přirozeným větráním, nebo pomocí přetlaku. Konstrukční řešení se může lišit podle jednotlivých výrobců, avšak určité prvky musí obsahovat všechny kotle:

- ohniště, spalovací prostor, šamotová vyzdívka
- rošt
- kotlové těleso se spalovacími průduchy
- násypná šachta
- dusivka s regulací
- zatápěcí klapka
- odtahová kouřová klapka
- tepelná izolace
- přívod sekundárního vzduchu
- prvky pro obsluhu kotle

Kotle musí mít chladicí smyčku proti přehřátí v důsledku výpadku elektrické energie. Chladicí smyčka funguje tak, že v kotli nebo těsně za ním je instalována spirálová trubice, která prochází horkou vodou na výstupu z kotle. Tato trubice se na jedné straně připojí k vodovodu a na druhé straně se vyvede do odpadu. Mezi hadicí z vodovodu a kotel se připojí termostatický ventil s čidlem. Tento ventil funguje tak, že je zavřený, ale když čidlo zjistí, že je v kotli voda o teplotě 95°C nebo víc, otevře se a pustí do smyčky studenou vodu z vodovodu. Tato voda prochází smyčkou a tím ochlazuje topnou vodu v kotli, přičemž se s topnou vodou nemíchá. K ochlazování dochází přes stěny smyčky. Tato chladicí voda pak z kotle vychází ohřátá a je vedena do odpadu.[15] Chladicí smyčka proti přetopení nesmí být využívána k jiným účelům, než je ochrana proti přetopení.



Obrázek 3.6 Chladicí smyčka
[16]

Palivo pro kotle na tuhá paliva se dělí na:

- palivo z neobnovitelných zdrojů - hnědé a černé uhlí, lignit, brikety, koks (paliva s vyšší výhřevností)
- palivo z obnovitelných zdrojů - dřevo a dřevní hmoty, dřevěné brikety, dřevěné pelety, brikety a pelety ze stébel, typicky rostlinné či alternativní, štěpka, sláma (paliva s nižší výhřevností)

Tuhá paliva jsou populární především kvůli nízkým nákladům na vytápění.

Kotle na tuhá paliva mají rošty, na kterých probíhá odhořívání paliva. Rošty se dělí na:

- Pevné (u malých kotlů)
- Pohyblivé (u velkých kotlů)

Speciální případ spalování tuhých paliv je jejich zplyňování paliva.

3.3.3.1 Klasické kotle na pevná paliva s ručním přikládáním

V těchto kotlích můžeme spalovat dřevo, koks a uhlí. Kotlů jsou nejčastěji vyráběny z litiny. Používají princip tzv. prohořívání. Jejich účinnost spalování je o něco nižší než u ostatních kotlů. Pohybuje se kolem 85%. U těchto kotlů jsou vyšší požadavky na prostor, kvůli skladování paliva. Jejich výhodou je snadná obsluha a vysoká životnost, nevýhodou nutnost ručního přikládání.



Obrázek 3.7 Kotel na tuhá paliva s ručním přikládáním [17]

3.3.3.2 Klasické kotle na pevná paliva s automatickým doplňováním

Automatické kotle pracují bez obsluhy i několik dní. V těchto kotlích můžeme spalovat uhlí, dřevní pelety předepsané zrnitostmi či brikety. Zásobník může být umístěn vedle kotle nebo vestavěný. Tyto kotle jsou vybaveny mechanickým podáváním paliva ze zásobníku šnekovým podavačem. Ten umožní dopravu paliva (do vzdálenosti max. 6m) na hořák. Hořák je zapínán a vypínán dle teploty topné vody. Výhodou je automatický provoz, jednoduchá a časově nenáročná obsluha a údržba. Hořáky (pro peletové kotle) můžeme rozdělit do několika skupin:

- kotle s gravitačním hořákem
- kotle se šnekovým hořákem a turniketem
- kotle s posuvným roštem
- kotle s retortovým hořákem
- kotle s keramickým hořákem
- trubicovým hořákem



Obrázek 3.8 Kotel na pelety s automatickým doplňováním paliva [18]

3.3.3.3 Polozplynovací kotle

Spalování dřeva probíhá v keramickém topeništi. Rozdíl mezi zplynovacím a polozplynovacím kotli je ten, že v polozplynovacím kotli není osazen ventilátor. Tento kotel je vhodný jako druhý zdroj ke kotli na kapalná nebo na plynná paliva pro chaty a malé rodinné domky. Účinnost těchto kotlů je 71% až 83%. Výhodou je jednoduchá obsluha a snadné čištění.

3.3.3.4 Zplynovací kotle

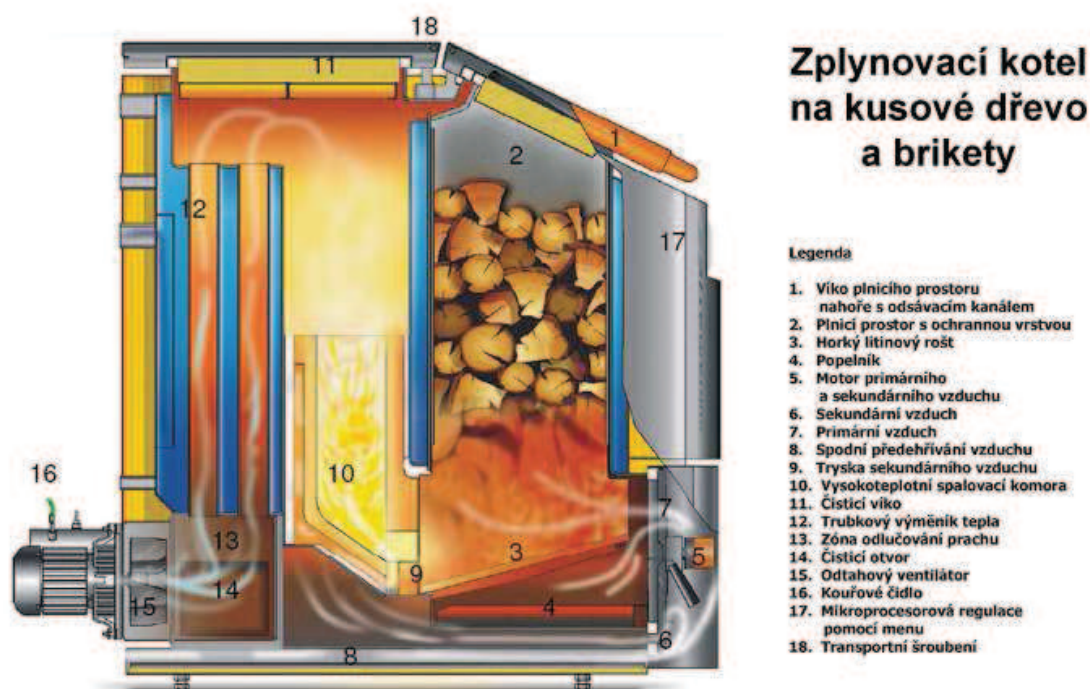
V kotlích se systémem zplynování dřevního paliva se tvoří v zásobníku paliva při nedokonalém hoření s omezeným přístupem (primárního) vzduchu spalný plyn, ke kterému se následně při průchodu tryskou přidává regulované množství sekundárního vzduchu. Směs prochází do dohořivací komory, kde dokonale prohoří.

Nejrozšířenější a nejúčinnější koncepce zplynovacích kotlů je tvořena spodním odhoříváním paliva, existují však i starší kotle s horním odhoříváním nebo s postupným prohoříváním paliva.

Účinnost zplynovacích kotlů na biomasu je mezi 88 až 92 %, tepelný výkon je možno automaticky regulovat přívodem vzduchu v závislosti na venkovní teplotě a požadované vnitřní teplotě. Otopnou plochu lze orientačně stanovit při tepelných ztrátách objektu 50 W/m^2 a 15 kW výkonu kotle na 300 m^2 .

Otvor pro komínové připojení je dle platné ČSN realizován nejčastěji v $\varnothing 150$ mm a to podle výkonu a typu kotle a výšky komína.

Moderní zplynovací kotle na biomasu nabízejí funkci automatizovaného zapalování paliva elektricky ohřátým vzduchem a ventilátorem. Kotle na spalování polen a briket je také možno kombinovat s dalšími doplňky, jako např. se solárními ohříváči vody. [19]



Obrázek 3.9 Zplynovací kotel na dřevo a brikety[20]

4 TEORETICKÉ ŘEŠENÍ (S VYUŽITÍM PODSTATY FYZIKÁLNÍCH DĚJŮ)

4.1 Součinitel prostupu tepla

Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor konstrukce jsou základní veličiny charakterizující tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí. Výpočet součinitelů prostupu tepla jsou prováděny v souladu s platnými normami ČSN 730540–1-4.

U stavebních konstrukcí je postup následovný:

- Vyhledání hodnoty součinitele tepelné vodivosti λ . Tyto hodnoty bývají čerpány buď z normy ČSN 730540 – 3, příloha B, C, D nebo přímo od výrobců materiálu. Pokud se berou v potaz hodnoty od výrobců, je dobré si ověřit, zda byly provedeny zkoušky součinitele tepelné vodivosti (tepelného odporu) v souladu s metodikou výpočtu uvedenou v ČSN EN1745 (ČSN 722636) čl. 5.2.2 výpočtovým programem dvourozměrného stacionárního teplotního pole metodou konečných prvků. Hodnoty součinitele prostupu tepla se vždy uvažují návrhové (výpočtové).
- Výpočet hodnoty tepelného odporu R pro každou vrstvu podle následujícího vzorce:

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j} \left[\frac{m^2 \cdot K}{W} \right]$$

kde d_j = tloušťka dané vrstvy

λ_j = součinitel tepelné vodivosti dané vrstvy

- Podle normy ČSN 730540-3:2005 se určí hodnoty tepelného odporu na straně interiéru R_{si} a na straně exteriéru R_{se} .
- Výpočet hodnoty odporu při přestupu tepla R dle následujícího vzorce:

$$R = R_{si} + R_j + R_{se} \quad [m^2K/W]$$

- Na závěr se určí hodnota součinitele prostupu tepla U podle vzorce:

$$U = \frac{1}{R} \left[\frac{W}{m^2 \cdot K} \right]$$

4.2 Přesný výpočet tepelných ztrát

Celková tepelná ztráta vytápěného prostoru $\Phi_{T,i}$ se skládá ze ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ a ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ a zjistí se jejich součtem:

$$\Phi_{T,i} = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad [\text{W}]$$

4.2.1 Tepelná ztráta prostupem

Tepelná ztráta prostupem $\Phi_{T,i}$ se stanoví z následujícího vztahu:

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) \cdot (\vartheta_{int,i} - \vartheta_e) \quad [\text{W}],$$

kde	$H_{T,ie}$	měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí	(W . K-1)
	$H_{T,iue}$	měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor	(W . K-1)
	$H_{T,ig}$	měrná tepelná ztráta zeminou	(W . K-1)
	$H_{T,ij}$	měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou	(W . K-1)
	$\vartheta_{int,i}$	vnitřní výpočtová teplota ve vytápěném prostoru	(°C)
	ϑ_e	venkovní výpočtová teplota	(°C)

4.2.1.1 Měrná tepelná ztráta do venkovního prostředí

Měrná tepelná ztráta prostupem $H_{T,ie}$ je tepelná ztráta konstrukcí, která odděluje interiér od exteriéru. Nejprve se vypočtou jednotlivé plochy konstrukcí, poté si určí součinitele prostupu tepla U a korekční činitel e zahrnující klimatické podmínky. Postupuje se podle vztahu:

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot e_k) \quad [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$U_{kc} = U_k + \Delta_u \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

kde	A_k	plocha ochlazované konstrukce	(m^2)
	U_{kc}	opravný součinitel prostupu tepla zahrnující lineární tepelné mosty	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
	e_k	korekční činitel zahrnující exponování, klimatické podmínky	(-)
	U_k	součinitel prostupu tepla konstrukce	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
	Δ_u	korekční součinitel	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

4.2.1.2 Měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor

Měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $H_{T,iue}$ je, jak název napovídá, ztráta do podružných místností v objektu, které netřeba vytápět. Výpočet je obdobný jako u měrné tepelné ztráty do venkovního prostoru. Rozdíl je ten, že na druhé straně konstrukce od interiéru neuvažujeme výpočtovou venkovní teplotu. Toto se zohlední součinitelem redukce teploty b_u .

$$H_{T,iue} = \Sigma(A_k \cdot U_{kc} \cdot b_u) \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$b_u = \frac{\theta_{int,i} - \theta_u}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

kde	A_k	plocha ochlazované konstrukce	(m^2)
	U_{kc}	opravný součinitel prostupu tepla zahrnující lineární tepelné mosty	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
	b_u	součinitel redukce teploty	(-)
	$\theta_{int,i}$	výpočtová teplota interiéru	($^{\circ}\text{C}$)
	θ_u	výpočtová teplota v nevytápěném prostoru	($^{\circ}\text{C}$)
	θ_e	výpočtová teplota exteriéru	($^{\circ}\text{C}$)

4.2.1.3 Měrná tepelná ztráta zeminou

Počítá se pro konstrukce v kontaktu se zeminou. Hodnota může být stanovena přesně podle EN ISO 131370 nebo zjednodušeným způsobem dle vztahu níže:

$$H_{t,ig} = f_{g1} \cdot f_{g2} \cdot \Sigma(A_k \cdot U_{equie,k}) \cdot G_w \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$f_{g2} = \frac{\theta_{int,i} - \theta_{m,e}}{\theta_{int,i} - \theta_e} \quad [-]$$

kde	f_{g1}	opravný teplotní součinitel, uvažující s vlivem roční změny průběhu venkovní teploty	(-)
	f_{g2}	opravný teplotní součinitel, uvažující s rozdílem mezi roční průměrnou teplotou venkovního vzduchu a venkovní výpočtovou teplotou	(-)
	A_k	plocha ochlazované konstrukce	(m^2)
	$U_{equie,k}$	ekvivalentní součinitel prostupu tepla části budovy	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)
	G_w	opravný součinitel, uvažující vliv spodní vody. Při předpokládané vzdálenosti hladiny spodní vody, od úrovně podlahy suterénu, menší než 1 m se musí s tímto vlivem ve výpočtu uvažovat.	(-)
	$\theta_{int,i}$	výpočtová teplota interiéru	($^{\circ}\text{C}$)
	$\theta_{m,e}$	výpočtová teplota zeminy	($^{\circ}\text{C}$)
	θ_e	výpočtová teplota exteriéru	($^{\circ}\text{C}$)

4.2.1.4 Měrná tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou

Tepelná ztráta z/do prostor s odlišnou teplotou $H_{T,ij}$ se počítá pro konstrukce, které oddělují místnosti s různými teplotami.

$$H_{T,ij} = \Sigma(f_{ij} \cdot A_k \cdot U_k) \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$f_{ij} = \frac{\theta_{\text{int},i} - \theta_j}{\theta_{\text{int},i} - \theta_e} \quad [-]$$

kde	f_{ij}	opravný teplotní součinitel, uvažující s vlivem roční změn	(-)
	A_k	plocha ochlazované konstrukce	(m^2)
	U_k	součinitel prostupu tepla konstrukce	($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$)

4.2.2 Tepelná ztráta větráním

Každá místnost musí mít zajištěnou minimální výměnu vzduchu za hodinu. Abychom vypočítali tepelnou ztrátu větráním, musíme znát objem místnosti a její účel. Účel místnosti rozhoduje o minimální hygienické výměně vzduchu. Tepelnou ztrátu větráním vypočteme z následujícího vztahu:

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} \cdot (\vartheta_{\text{int},i} - \vartheta_e) \quad [\text{K}]$$

$$H_{V,i} = V_i \cdot \rho \cdot c \quad [\text{W} \cdot \text{K}^{-1}]$$

$$V_{\text{min},i} = n_{\text{min}} \cdot V_i \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}]$$

$$V_{\text{inf},i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \varepsilon_i \quad [-]$$

kde	$H_{V,i}$	měrná tepelná ztráta větráním	($\text{W} \cdot \text{K}^{-1}$)
	$\theta_{\text{int},i}$	výpočtová teplota interiéru	($^{\circ}\text{C}$)
	θ_e	výpočtová teplota exteriéru	($^{\circ}\text{C}$)
	V_i	objem místnosti	(m^3)
	ρ	hustota vzduchu při teplotě $\theta_{\text{int},i}$	($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)
	C	měrná tepelná kapacita vzduchu při teplotě $\theta_{\text{int},i}$	($\text{kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$)
	$V_{\text{min},i}$	minimální objem vyměněného vzduchu	($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
	n_{min}	nejmenší intenzita výměny venkovního vzduchu	(h^{-1})
	$V_{\text{inf},i}$	infiltrace pláštěm budovy	($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$)
	n_{50}	intenzita výměny vzduchu (h^{-1}), jako výsledek z tlakového rozdílu 50 Pa mezi vnitřním a venkovním prostředím budovy, včetně účinku přívodu vzduchu do budovy	(-)
	e_i	stínící součinitel	(-)
	ε_i	korekční součinitel na výšku, který zahrnuje zvýšení rychlosti větru ve vyšších polohách budovy od úrovně terénu	(-)

[21]

4.3 Výpočet skutečného výkonu tělesa

Otopné těleso má výkon uváděný výrobcem pro dané podmínky při laboratorním testování. Tento výkon musíme vynásobit součiniteli, abychom dostali skutečný výkon tělesa při určitých podmínkách. V praxi se tento výpočet zanedbává a uvažuje výkon udávaný výrobcem

$$Q_{TSkut} = Q_t \cdot \varphi \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot z_3 \quad [W]$$

Kde	Q_{TSkut}	skutečný výkon tělesa	(W)
	Q_t	výkon tělesa udávaný výrobcem	(W)
	φ	součinitel zahrnující způsob připojení tělesa	(-)
	z_1	součinitel zahrnující zákryt a umístění tělesa	(-)
	z_2	součinitel na počet článků (délka tělesa)	(-)
	z_3	součinitel na umístění tělesa v místnosti	(-)

5 ŘEŠENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ VÝPOČETNÍ TECHNIKU A MODELOVÁNÍ

Při tvorbě diplomové práce byly použity výpočetní programy, které zjednodušily návrh a tvorbu celého projektu. Mezi výpočetní techniku, která byla na tuto práci použita patří:

- TechCon, ve kterém byly zpracovány návrhy podlahového vytápění
- AutoCad 2012, ve kterém byly vytvořeny výkresy
- Microsoft Office (Excel, Word), ve kterém byly zpracovány dílčí výpočty a textové části

Seznam několika programů, ve kterých může být prováděn návrh systémů TZB či jejich modelování:

- Protech: počítačový software pro oblast hodnocení energetické náročnosti budov a TZB. Výpočty v tomto programu jsou podporovány databází technických a výpočtových parametrů výrobků a jsou doplňované ve spolupráci s výrobcem a dodavateli.
- FineHVAC: integrovaný software pro vytápění, vzduchotechniku a klimatizaci. Automatickým způsobem vytváří kompletní výstupy pro topenářské nebo vzduchotechnické projekty.

- Raucad: grafický výpočtový program určený pro návrh a zpracování projektů ústředního vytápění.
- CFD (Computational fluid Dynamics): program pro simulaci přenosu tepla a látek v čase.
- CalA (Calculation Area: program pro řešení 2D přenosů tepla a simulaci dalších jevů, jako je přenos vlhkosti ve stavebních materiálech, řešení potenciálního izoentropického proudění nebo plně vyvinutého rychlostního pole při laminárním proudění vazké tekutiny v potrubí a podobně.
- BSim – program určen pro modelování energetické náročnosti budov

Výpočetní technika se dotýká všech odvětví lidské činnosti a stala se nedílnou součástí běžného života. V důsledku vývoje počítačové techniky došlo ke zrychlení návrhů projektů.

B. APLIKACE TÉMATU NA ZADANÉ BUDOVĚ — KONCEPČNÍ ŘEŠENÍ

6 ANALÝZA OBJEKTU

Pro tuto práci jsem si vybral objekt dětského domova Dagmar (obrázek 6.1).

Jedná se o objekt s jedním podzemním a třemi nadzemními podlažími. Objekt má plochou střechu. V prvním a druhém nadzemním podlaží se nachází pokoje pro klienty dětského domova, dále kancelář a místnost pro vychovatelku. Ve třetím nadzemním podlaží se nachází dva takzvané startovací byty. Dispozice bytů je 3+1. Technická místnost se zdrojem tepla a přípravou teplé vody se nachází v podzemním podlaží.



Obrázek 6.1 Dětský domov Dagmar – pohled z ulice Zeleného

Objekt je vyzděn z plných cihel, tloušťka obvodových zdí je v 1NP a 2NP je 300mm, 350mm, 440mm + 100mm zateplovacího systému z minerální vaty. Část 3NP je vyzděn z tvárnic Ytong tloušťky 250mm. Obvodové zdi v 1PP jsou z cihel pálených tloušťky 600mm. Vnitřní nosné zdi jsou tloušťky 650mm, 500mm, 440 mm a 350mm. Příčky jsou tloušťky 150mm.

Návrh technického řešení vytápění je zvažován ve dvou variantách. První varianta řeší vytápění pomocí podlahového vytápění. Druhá varianta řeší vytápění pomocí deskových a trubkových těles. Pro obě varianty se jako zdroj tepla uvažuje kondenzační kotel s takovým teplotním spádem, aby byla kondenzace účinná.

6.1 Historie dětského domova Dagmar

Dětský domov Dagmar vznikl z iniciativy brněnského básníka, novináře a spisovatele Rudolfa Těsnohlídka, autora známé Lišky Bystroušky. Podle příkladu z Dánska podnítil vznik tradice Vánočních stromů republiky, díky níž lidé dodnes dobrovolně přispívají sociálně slabým. Z těchto dobročinných výnosů "vánočních stromů" se začalo v prosinci 1928 s výstavbou dětského domova. Ten dodnes nese jméno dobrotivé dánské královny Dagmar, dcery českého krále Přemysla Otakara I.. Za dobu svého trvání prodělal řadu změn jak stavebních, tak koncepčně výchovných. Na konci šedesátých let započala přeměna na "Dětský domov rodinného typu", která vyvrcholila v roce 1975. Poslední velká stavební rekonstrukce byla provedena v roce 2006, kdy dostavením 3. patra vznikl plně funkční prostor pro další rodinnou skupinu. [22]



Obrázek 6.2 Dětský domov Dagmar – pohled ze zahrady

7 VÝPOČET SOUČinitele PROSTUPU TEPLA

Součinitel prostupu tepla a tepelný odpor konstrukce jsou základní veličiny charakterizující tepelně izolační vlastnosti stavebních konstrukcí. Výpočet součinitelů prostupu tepla byly prováděny v souladu s platnými normami ČSN 730540–1-4.

7.1 Shrnutí vypočítaných hodnot součinitele prostupu tepla

Vzhledem ke stáří objektu jsou součinitele prostupu tepla některých konstrukcí nevyhovující (dle normy ČSN 730540-2, platnost od října 2011) i přesto, že byly obvodové konstrukce zateplený. Zateplení objektu bylo prováděno v době platnosti původní normy ČSN 730540-2 z dubna 2007. Podrobné výpočty jsou v příloze č.1

Tab. 7.1 Souhrn součinitelů tepla

označení konstrukce	popis konstrukce	U [W.m ⁻² .K ⁻¹]	U _{N,20} [W.m ⁻² .K ⁻¹]
SO1	obvodová zeď (část 1PP, 1NP, 2NP, část 3NP)	0,299	0,3
SO2	obvodová zeď (část 1PP, 1NP, 2NP, část 3NP)	0,309	0,3
SO3	obvodová zeď (3NP)	0,321	0,3
SO4	obvodová zeď v suterénu ve styku se zeminou	1,084	0,45
SO5	obvodová zeď v suterénu ve styku se zeminou	1,638	0,45
SO6	obvodová zeď (část u schodišťového prostoru)	0,315	0,3
SN1	stěna vnitřní tloušťky 650mm	0,913	0,6
SN2	stěna vnitřní tloušťky 500mm	1,102	0,6
SN3	stěna vnitřní tloušťky 150mm	2,127	0,6
SN4	stěna vnitřní tloušťky 460mm	1,201	2,7
SN5	stěna vnitřní tloušťky 150mm (sdk desky)	2,523	2,7
SN6	stěna vnitřní tloušťky 350mm	1,388	2,7
PDL1	podlaha 1NP (dřevěné vlysy)	1,746	2,2
PDL2	podlaha 1NP (ker. dlažba)	2,115	2,2
PDL3	podlaha v suterénu	2,725	0,45
STR	strop nad 3NP (střecha)	0,171	0,24
okno O1	plastové, dvojsklo	1,4	1,5
okno O2	výplň luxfery	3,0	1,5
dveře DV1	dveře vchodové	1,4	1,5
dveře DV2	dveře vnitřní	2,2	3,5

8 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

Výpočet tepelného výkonu byl prováděn dle platné normy ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Tepelné ztráty byly počítány ručně pro každou místnost zvlášť. Přesná tepelná ztráta místnosti slouží k návrhu otopné plochy dané místnosti. Jejich součtem byla zjištěna přesná tepelná ztráta objektu, na kterou byl navrhnut zdroj tepla – plynové kondenzační kotle.

Tab. 8.1 Příklad výpočtu jedné vybrané místnosti

Ozn místn.	Název místnosti				Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$ [°C]		
111	Chlapecký pokoj				22,00		
Tepelná ztráta prostupem							
Tepelné ztráty přímo do venkovního prostředí							
Stavební konstrukce							
č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	ek	Ak*Ukc*ek
SO1	obvodová zeď	10,81	0,30	0,05	0,35	1,00	3,77
O1	okno O1	6,35	1,40	0,05	1,45	1,00	9,21
Celková měrná tepelná ztráta přímo do venkovního prostředí HT,ie = $\Sigma Ak.Ak.Ukc.ek$ (W/K)							12,98

Tepelné ztráty nevytápěným prostorem							
Stavební konstrukce							
č.k.	Popis	Ak	Uk	ΔU	Ukc	bu	Ak*Ukc*bu
PDL1	podlaha laminátová	17,56	1,75	0,05	1,80	0,50	15,77
Celková měrná tepelná ztráta přes nevytápěný prostor $HT_{iue} = \sum k Ak.Ukc.bu$ (W/K)							15,77

$$bu = (\theta_{int,i} - \theta_u) / (\theta_{int,i} - \theta_e) = (22 - 5) / (22 - (-12)) = 0,5$$

Tepelné ztráty z/do prostorů vytápěných na rozdílné teploty							
Stavební konstrukce							
č.k.	Popis	Ak	Uk	fij	Ak*Uk*fij		
SN3	vnitřní přička k 15°C	7,81	2,13	0,21	3,42		
DV2	dveře vnitřní k 15°C	1,40	2,20	0,21	0,63		
Celk. měrná tepelná ztráta z/do prostor s odl.tepl. $HT_{ij} = \sum k Ak.Uk.fij$ (W/K)							4,05

$$fij, 15 = (\theta_{int,i} - \theta_j) / (\theta_{int,i} - \theta_e) = (22 - 15) / (22 - (-12)) = 0,21$$

Tepelné ztráty zeminou								
č.k.	Popis	Ak	Uequiv,k	Ak*Uequiv,k	fg1	fg2	Gw	fg1. fg2.Gw
(Σ k Ak.Uequiv,k)								
Celková měrná tepelná ztráta zeminou HT,ig= (Σ k Ak.Uequiv,k). fg1. fg2.Gw (W/K)								0,00

Celková měrná tepelná ztráta prostupem $HT_i = HT_{ie} + HT_{iue} + HT_{ij} + HT_{ig}$							32,80
$\theta_{int,i}$	θ_e	$\theta_{int,i} - \theta_e$	HT_i	Návrhová ztráta prostupem ΦT_i (W)			
22,00	-12,00	34,00	32,80	1115,32			

Tepelná ztráta větráním				
			Hygienické požadavky	
Objem míst. V_i (m3)	Výpočtová venkovní teplota θ_e	Výpočtová vnitřní teplota $\theta_{int,i}$	n (h ⁻¹)	V _{min,i} (m3/h)
52,68	-12,00	22,00	0,50	26,34
Počet nechráněn. otvorů	n50	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ϵ	Množství vzduchu Infiltrací $V_{inf,i}$ [m ³ /h]
1,00	4,50	0,02	1,00	9,48
max z V _{min,i} , V _{inf,i}	HV _i	$\theta_{int,i} - \theta_e$	Návrhová tepelná ztráta větráním Φv_i (W)	
26,34	8,96	34,00	304,50	

Tepelná ztráta celkem: $\Phi_c = \Phi T_i + \Phi v_i$ (W)	1420
---	-------------

8.1 Shrnutí vypočítaných hodnot tepelného výkonu

Tab. 8.2 Souhrnný seznam místností a jejich tepelná ztráta

Číslo místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tepelná ztráta místnosti [W]
004	Posilovna	18	1 809
007	Dílna	18	1 009
008	Technická místnost	18	795
009	Sklad sport. náradí	18	780
010	Prádelna	18	742
101	Chodba a schod. porostor	18	1 572
102	Chodba	22	430
103	Kuchyně	22	1 880
106	Toaleta	22	101
107	Toaleta	22	69
108	Umývárna	24	598
109	Kuchyně	22	540
110	Chodba	22	322
111	Chlapecký pokoj	22	1 420
112	Sklad	15	149
113	Obývací pokoj	22	1 300
114	Pokoj	22	999
115	Dětský pokoj	22	1 013
116	Dívčí pokoj	22	505
117	Salón	22	1 008
118	Kancelář provozní	22	757
201	Schodišťový prostor	18	1 116
202	Chodba	22	240
203	Kancelář	22	468
204	Umývárna	24	435
207	Toaleta	22	96
208	Toaleta	22	43
209	Umývárna	24	346
211	Kuchyně	22	309
212	Chlapecký pokoj	22	884
213	Sklad	15	73
214	Obývací pokoj	22	1 151
215	Pokoj	22	549
216	Dětský pokoj	22	831
217	Dívčí pokoj	22	415
218	Salón	22	827
219	Vychovatelka	22	621

301	Chodba a schod. prostor	18	685
302	Chodba*	22	59
303	Dětský pokoj	22	577
304	Koupelna s toaletou	24	341
305	Dětský pokoj	22	519
306	Dětský pokoj	22	1 204
307	Dětský pokoj	22	1 213
308	Dětský pokoj	22	728
309	Chodba*	22	77
310	Dětský pokoj	22	750
311	Koupelna	24	726
312	Toaleta*	22	11
Souhrnný tepelný výkon: 33 092 W			

*radiator neumisťuji

9 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Energetický štítek obálky budovy je dokument, který slouží k jednoduchému zhodnocení budovy z hlediska energetické náročnosti. Budovy ohodnocené písmenem A jsou nejúspornější. Současná norma připouští stavět budovy nejhůře s hodnocením C.

PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY (zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

Identifikační údaje

Druh stavby	Dětský domov Dagmar
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Brno - Žabovřesky, Zeleného 51, 616 00
Katastrální území a katastrální číslo	K.Ú. Žabovřesky, 4628
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Dětský domov Dagmar
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Jihomoravský kraj stavebník
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Žerotínovo náměstí 449/3, Veverčí, 602 00, Brno
Telefon / E-mail	541 651 111 / podatelna@kr-jihomoravsky.cz

Charakteristika budovy

Objem budovy V - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	3239 m ³
Celková plocha A - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1463 m ²
Geometrická charakteristika budovy A / V	0,45 m ² /m ³
Převažující vnitřní teplota v otopném období θ_{in}	22 °C
Vnější návrhová teplota v zimním období θ_{e}	-12,0 °C

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukč ní činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H _T	A	U	b	H _T
		(požadovaná hodnota podle 5.2)						
	[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]		[m ²]	[W/(m ² .K)]	[-]	
SO1	302,316	0,30	1	90,695	302,316	0,30	1	90,392
SO2	108,958	0,30	1	32,687	108,958	0,30	1	33,668
SO3	126,654	0,30	1	37,966	126,654	0,30	1	40,656
SO4	86,248	0,45	0,676	26,237	86,248	0,45	0,676	63,201
SO5	30,025	0,45	0,676	9,134	30,025	0,45	0,676	33,246
SO6	31,233	0,30	1	3,370	31,233	0,30	1	9,838
O1	153,603	1,50	1	230,405	153,603	1,4	1	215,044
O2	15,782	1,50	1	23,673	15,782	1,4	1	22,095
O3	11,250	1,50	1	16,875	11,250	0,9	1	9,833
DV1	4,470	1,50	1	6,705	4,470	1,4	1	6,258
STR	251,491	0,24	0,735	44,363	251,491	0,171	0,735	31,609
PDL1	86,441	2,20	0,5	95,085	86,441	1,746	2,2	75,463
PDL2	45,131	2,20	0,5	49,644	45,131	2,115	2,2	47,726
PDL3	136,044	0,45	0,433	26,508	136,044	2,725	0,45	160,522
SN1	48,575	0,60	0,43	12,532	48,575	0,913	0,43	19,070
SN2	16,689	0,60	0,43	4,306	16,689	1,102	0,43	7,908
SN3	19,676	0,60	0,43	5,076	19,676	2,127	0,43	17,996
Celkem	1463,34			704,416	1463,34			874,693
Tepelné vazby		1463,34*0,02		29,267	1463,34*0,05			73,167
Celková měrná ztráta prostupem tepla				733,683				947,860
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5	max. Uem pro A/V 0,45		požadovaná hodnota:		857,799/1547,68			
	704,416/1463+0,02=		0,501					0,648
	75% z požadované hodnoty 0,501*0,75=		doporučená hodnota:					D
			0,376					
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C				0,648/0,501=	1,292	NEVYHOVUJÍCÍ		

Stanovení prostupu tepla obálkou budovy

Měrná ztráta prostupem tepla H_T	W/K	947,860
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m ² ·K)	0,648
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m ² ·K)	0,376
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m ² ·K)	0,501

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel C_i pro hranice klasifikačních tříd	U_{em} [W/(m ² ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	0,50	0,5. $U_{em,N}$	0,251
B	0,75	0,75. $U_{em,N}$	0,376
C	1,0	1. $U_{em,N}$	0,501
D	1,5	1.5. $U_{em,N}$	0,752
E	2,0	2. $U_{em,N}$	1,003
F	2,5	2,5. $U_{em,N}$	1,253
G	> 2,5	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: D – Nevyhovující

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 16.1.2015

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:

Zpracoval:

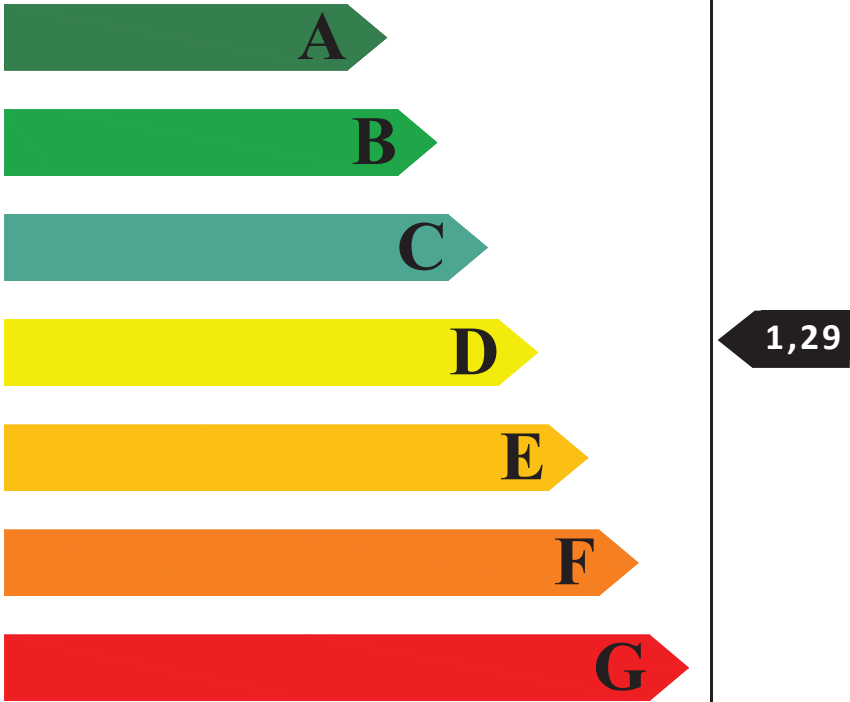

Bc. Jiří Macek

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

Energetický štítek budovy

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Dětský domov Dagmar Brno				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 766,38 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5	A					
0,75	B					
1,0	C					
1,5	D					
2,0	E					
2,5	F					
	G					
Mimořádně ne hospodárná						
klasifikace				D		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} ve $W/(m^2 \cdot K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,648	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2 \cdot K)$				0,501	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty U_{em}						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
U_{em}	0,251	0,376	0,501	0,752	1,003	1,253
Platnost štítku do				16.1.2025		
Štítek vypracoval				Bc. Jiří Macek		

10 NÁVRH TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

10.1 Varianta 1 – podlahové vytápění

V 1. variantě bylo navrženo podlahové vytápění. Návrh byl proveden ve výpočtovém programu TechCON®.

Otopnou vodu dodává soustava 2 kondenzačních plynových kotlů. Otopná voda vede přes stoupací potrubí do jednotlivých rozdělovačů GTF-VSV 6 1". Jednotlivé rozdělovače pro podlahové vytápění se nacházejí na každém vytápěném podlaží vedle stoupacího potrubí (místnost 110, 210 a 302) v podomítkové skříni GT-VKM7. Z rozvaděče vedou topné hady do jednotlivých místností. Rozteč topných hadů byla zvolena od 150 mm do 300 mm. Pokládka topného hada byla zvolena do spirály, pokud to tvar místnosti nedovolil, do meandru. V místě průchodu stěnou je had veden ocelovou chráničkou

10.2 Varianta 2 – desková otopná tělesa

Ve 2. variantě byly navrženy deskové otopné plochy. Celý návrh byl proveden ručním výpočtem bez využití specializovaných výpočetních programů. Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková, uzavřená s ležatým potrubím vedeným po zdech.

Otopnou vodu dodává stejně jako ve variantě 1 soustava dvou kondenzačních plynových kotlů. Teplotní spád otopné vody je volen na hranici použití těchto kotlů, 65/55°C. Při tomto teplotním spádu dokáží kotle využít tepelnou energii z kondenzátu a předehřívat vratnou vodu. Kotle jsou umístěny v technické místnosti, odkud vedou 2 stoupací potrubí. SJ – stoupačka pro jižní stranu objektu a SS – stoupačka pro severní stranu objektu. Rozvody v 1PP, 1NP a 2NP jsou vedeny po zdech, ve 3NP v podlaze.

11 HODNOCENÍ VARIANT

11.1 Hodnocení z hlediska technické proveditelnosti

11.1.1 Varianta 1 – podlahové vytápění

Provádění podlahového vytápění do existujících objektů znamená velký stavební zásah. U řešeného objektu by to znamenalo demontování nášlapných vrstev a roznášecích vrstev až na úroveň nosné konstrukce. Další technický problém je

v mokrém procesu, kdy se do objektu vnáší vlhkost z technologie provádění roznášecích vrstev. Některé místnosti mají takovou tepelnou ztrátu, že by použití pouze podlahového vytápění nestačilo k pokrytí všech ztrát. Tyto místnosti by se musely doplnit deskovými tělesy, čímž by se vytrácely hlavní výhody podlahového vytápění popsané níže.

11.1.2 Varianta 2 – desková otopná tělesa

U této varianty odpadají veškerá negativa oproti výše uvedené variantě. Bude využito prostupů v konstrukcích, stávající rozvody budou vyměněny za nové měděné trubky a článková tělesa za desková otopná tělesa od firmy Korado.

11.2 Hodnocení z hlediska prostorových nároků

11.2.1 Varianta 1 – podlahové vytápění

Výhoda podlahového vytápění je ta, že z prostoru zmizí viditelné otopné plochy a uvolní se prostor pod okny. Menší nevýhoda spočívá v tom, že se musí již při návrhu uvažovat s rozmístěním určitého typu nábytku (například postele, nábytek na nízkých nožičkách), který může snižovat účinnost podlahového vytápění. Tyto negativa ale dobře provedený projekt eliminuje.

11.2.2 Varianta 2 – desková otopná tělesa

Negativa a pozitiva vycházejí z předešlé varianty. Na co si uživatel musí dát pozor je ten, aby příliš nezakrýval otopné plochy a nesnižoval tím tak jejich účinnost.

11.3 Hodnocení z hlediska ekonomiky provozu

11.3.1 Varianta 1 – podlahové vytápění

Díky malému teplotnímu spádu otopné vody v soustavě můžeme ušetřit finance na energiích. Dnešní kondenzační kotle dokáží pracovat s účinností až 108%. Velkou nevýhodou jsou počáteční investice vložené do realizace podlahového vytápění. Pro přiblížení ceny podlahového vytápění přikládám velice zjednodušenou kalkulaci ceny pro vybranou místnost 111 (chlapecký pokoj) v následující tabulce(11.1).

Tabulka 11.1 Zjednodušená kalkulace podlahového vytápění

Název položky	Měrná jedn.	Cena v Kč bez DPH	Cena přepočtená na 1 m ² místnosti	Náklady na pokoj 111 (17,6m ²)
Trubka HR – PB DD	m	35	210	3 696
Systémová deska gabotherm 1.2.3	m ²	319	319	5 614
Rozdělovač GTF VSV 6 1"	ks	6 146	-	1 024
Dilatační pás GTF-RDS	m	15	-	90
Betonová mazanina (60mm)	m ³	1 550	93	1 637
Přibližná cena bez práce a dalších drobných prvků				12 061 Kč bez DPH

11.3.2 Varianta 2 – desková otopná tělesa

Náklady na provoz soustavy s deskovými otopnými tělesy bude o něco vyšší kvůli nárokům na vyšší teplotu otopné vody. Na druhou stranu není požadováno nepřetržitého vytápění jako u podlahového vytápění. Stejně jako u předešlé varianty přikládám zjednodušenou kalkulaci ceny realizaci vytápění deskovými otopnými tělesy.

Tabulka 11.2. Zjednodušená kalkulace vytápění pomocí deskových těles

Název položky	Měrná jedn.	Cena v Kč bez DPH	Cena přepočtená na 1 m ² místnosti	Náklady na pokoj 111 (17,6m ²)
Plan 11 VKM – 1400/500	ks	4 012	-	4 012
Plan 11 VKM – 1200/500	ks	3 831	-	3 831
Trubka Cu 15x1 (11,4m)	m	68	-	775
Termostatická hlavice	ks	199	-	199
„H“ šroubení	ks	286	-	286
Přibližná cena bez práce a dalších drobných prvků				9 103 Kč bez DPH

I když se na první pohled může zdát, že cena na pořízení soustavy s deskovými otopnými plochami je nižší „pouze“ o třetinu, musíme si uvědomit, že náklady na vlastní realizaci 1. varianty jsou mnohonásobně vyšší, než u 2. varianty.

11.4 Hodnocení z hlediska uživatelského komfortu

11.4.1 Varianta 1 – podlahové vytápění

Podlahové vytápění je jedno z nejkomfortnějších vytápění, které se v současné době provádí. Jedna z největších výhod je ideální rozložení teplot po ploše místnosti, odstranění studených míst a snížení proudění vzduchu. Vzhledem k typu objektu

(dětský domov) je umístění podlahového vytápění vhodné, jelikož se v domě zdržuje mnoho dětí, pro které je hlavní herní prostor na podlaze. Varianta 2 – desková otopná tělesa

11.4.2 Varianta 2 – desková otopná tělesa

Vytápění deskovými otopnými tělesy je standartní způsob vytápění, na který jsme z běžného života zvyklí. V dětském domově může hrozit poranění či popálení od otopných těles. Tyto problémy se mohou eliminovat zákryty otopných těles, které ale snižují účinnost vytápění.

11.5 Volba varianty pro technické řešení

Varianty technického řešení byly hodnoceny podle 4 kritérií. Jako nejzásadnější bych zvolil kritérium technické proveditelnosti, které vychází kladně pro návrh deskových otopných těles. Pro jednodušší orientaci ve zvažovaných variantách přikládám shrnující tabulku (tab. 11.3)

Tabulka 21.3 Shrnutí kritérií

hodnotící kritéria	podlahové vytápění	desková tělesa
technická proveditelnost	-	+
prostorové nároky	+	-
ekonomika provozu	-	+
uživatelský komfort	+	-

Bohužel tepelná ztráta některých místností je tak velká, že pouhé použití podlahového vytápění je nedostačující. Z tohoto důvodu byla vybrána varianta 2 – vytápění pomocí deskových otopných těles.

12 IDEOVÉ ŘEŠENÍ NAVAZUJÍCÍCH PROFESÍ TZB

12.1 Ná vaznost na ZTI

12.1.1 Vodovod

Ležaté rozvody jsou vedeny v podlaze a svislé v drážkách ve zdi. Vodou jsou zásobovány kuchyně, koupelny, toalety, prádelna a technická místnost. Teplá voda je ohřívána v nepřímotopných zásobnících teplé vody.

12.1.2 Kanalizace

Splaškové odpadní vody jsou z jednotlivých místností odváděny připojovacím potrubím v drážkách stěn do odpadního potrubí a v podzemním podlaží svedeny do svodného odpadního potrubí.

Plynové kondenzační kotle jsou napojeny na připojovací potrubí, kterým odtéká kondenzát. Ten je odveden dále do svodného potrubí.

Komínové průduchy mají v patě komínů speciální sběrné jímky pro odvod kondenzátu. Součástí je hadička k odvodu kondenzátu, která je vytvarována do podoby protizápachové ucpávky, která dále ústí do svodného potrubí.

12.2 Návaznost na UT

Plynové kondenzační kotle vyrábí otopnou vodu, která vede před HVDT a kombinovaný rozdělovač, sběrač do dvou větví – stoupačky jižní a severní. Dimenze, způsob napojení a další záležitosti řeší projekt.

12.3 Návaznost na VZT

Projektu žádnou vzduchotechnickou jednotku neřeší, větrání objektu je přirozené, kromě toalety ve 3NP. Tato toaleta je větrána podtlakově pomocí ventilátoru. Vzduchový průduch je vyústěn na střechu.

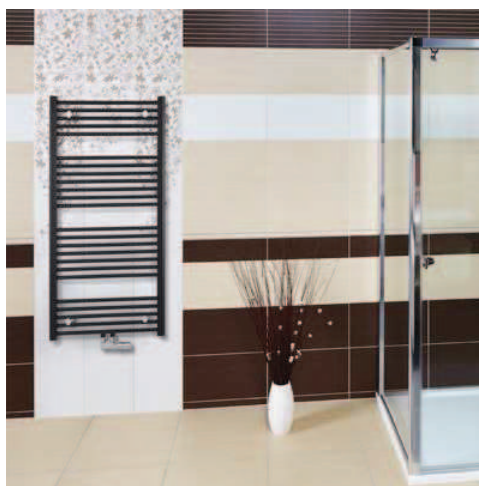
C. PROJEKT

13 NÁVRH OTOPNÝCH PLOCH

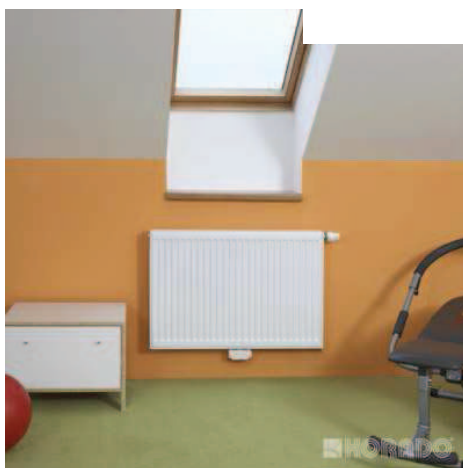
Do objektu dětského domova Dagmar jsou navrženy otopné plochy od firmy KORADO. V obytných místnostech je umístěn typ RADIK PLAN VKM (obr. 13.1) se spodním středovým připojením. Jedná se o moderní designové radiátory s hladkou čelní plochou. Do koupelen ve 3NP jsou navržena trubková tělesa KORALUX LINEAR KLASIK - M (KLCM) (obr. 13.2) rovněž se spodním středovým připojením. Do podzemního podlaží a ve vybraných místnostech v nadzemních podlažích jsou navržena tělesa typu RADIK VKM (obr. 13.3). Důvod pro toto rozhodnutí byl ten, že vybrané místnosti neslouží k trvalému pobytu osob a není proto nutné zde umísťovat designová, dražší tělesa. Tělesa jsou v provedení VENTIL KOMPAKT.



Obrázek 13.1 Těleso PLAN VKM [23]



Obrázek 13.2 Těleso KORALUX LINEAR KLASIK – M (KLCM) [24]



Obrázek 13.3 Těleso RADIK VKM [25]

Tělesa jsou napojená na otopnou soustavu s teplotním spádem 65/55°C. Tělesa jsou osazena termostatickou hlavicí HEIMEIER a odvzdušňovacím ventilem.

Tabulka (13.1) výkonu otopných těles, teplotní spád 65/55°C

Číslo místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tepelná ztráta místnosti [W]	Typ otopného tělesa (šířka/výška)	Skutečný výkon tělesa [W]
004	Posilovna	18	1 809	RADIK VKM 21 1100/500 RADIK VKM 21 1000/500	972 884
007	Dílna	18	1 009	RADIK VKM 21 1200/500	1 060
008	Technická místnost	18	795	RADIK VKM 21 900/500	795
009	Sklad sport. nářadí	18	780	RADIK VKM 21 900/500	795
010	Prádelna	18	742	RADIK VKM 21 900/500	795
101	Chodba a schod. prostor	18	1 572	RADIK PLAN VKM 1600/600	1 550
102	Chodba	22	430	RADIK PLAN VKM 11 800/500	438
103	Kuchyně	22	1 880	RADIK VKM 11 1800/500 RADIK VKM 11 1200/500	1 045 696
106	Toaleta	22	101	RADIK VKM 10 500/300	131
107	Toaleta	22	69	RADIK VKM 10 500/300	131
108	Umývárna	24	598	RADIK PLAN VKM 21 800/500	621
109	Kuchyně	22	540	RADIK PLAN VKM 21 700/500	520
110	Chodba	22	322	RADIK PLAN VKM 11 600/500	329
111	Chlapecký pokoj	22	1 420	RADIK PLAN VKM 11 1200/500 RADIK PLAN VKM 11 1400/500	657 767
112	Sklad	15	149	RADIK VKM 11 600/300	163
113	Obývací pokoj	22	1 300	RADIK PLAN VKM 11 1200/500 RADIK PLAN VKM 11 1200/500	657 657
114	Pokoj	22	999	RADIK PLAN VKM 11 1800/500	986
115	Dětský pokoj	22	1 013	RADIK PLAN VKM 11 2000/500	1 095
116	Dívčí pokoj	22	505	RADIK PLAN VKM 11 900/500	493
117	Salón	22	1 008	RADIK PLAN VKM 11 2000/500	1 095
118	Kancelář provozní	22	757	RADIK PLAN VKM 11 1400/500	767
201	Schodišťový prostor	18	1 116	RADIK PLAN VKM 22 600/900	1 048
202	Chodba	22	240	RADIK PLAN VKM 11 500/500	274
203	Kancelář	22	468	RADIK PLAN VKM 11 900/500	493
204	Umývárna	24	435	RADIK PLAN VKM 11 900/500	460
207	Toaleta	22	96	RADIK VKM 10 500/300	131
208	Toaleta	22	43	RADIK VKM 10 500/300	131
209	Umývárna	24	346	RADIK PLAN VKM 11 700/500	357
211	Kuchyně	22	309	RADIK PLAN VKM 11 600/500	329
212	Chlapecký pokoj	22	884	RADIK PLAN VKM 11 800/500 RADIK PLAN VKM 11 800/500	438 438
213	Sklad	15	73	RADIK VKM 10 500/300	163
214	Obývací pokoj	22	1 151	RADIK PLAN VKM 11 1100/500 RADIK PLAN VKM 11 1100/500	602 602
215	Pokoj	22	549	RADIK PLAN VKM 11 1000/500	548
216	Dětský pokoj	22	831	RADIK PLAN VKM 11 1600/500	876
217	Dívčí pokoj	22	415	RADIK PLAN VKM 11 800/500	438
218	Salón	22	827	RADIK PLAN VKM 11 1600/500	876
219	Vychovatelka	22	621	RADIK PLAN VKM 11 1200/500	657
301	Chodba a schod. prostor	18	685	RADIK PLAN VKM 11 1200/500	748
302	Chodba	22	59	Neumisťuji radiátor	0
303	Dětský pokoj	22	577	RADIK PLAN VKM 11 1100/500	602
304	Koupelna s toaletou	24	341	KORADO KLCM 1500.450	343

Číslo místnosti	Účel místnosti	t_i [°C]	Tepelná ztráta místnosti [W]	Typ otopného tělesa (šířka/výška)	Skutečný výkon tělesa [W]
305	Dětský pokoj	22	519	RADIK PLAN VKM 11 1000/500	548
306	Dětský pokoj	22	1 204	RADIK PLAN VKM 21 700/500 RADIK PLAN VKM 21 1000/500	520 742
307	Dětský pokoj	22	1 213	RADIK PLAN VKM 21 700/500 RADIK PLAN VKM 21 1400/500	520 1 039
308	Dětský pokoj	22	728	RADIK PLAN VKM 11 1400/500	767
309	Chodba	22	77	Neumistuji radiátor	0
310	Dětský pokoj	22	750	RADIK PLAN VKM 11 1400/500	767
311	Koupelna	24	726	KORADO KLCM 1500.450 KORADO KLCM 1820.450	343 423
312	Toaleta	22	11	Neumistuji radiátor	0
Potřebný výkon těles [W]			33 092	Instalovaný výkon těles [W]	34 322

14 NÁVRH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY

Ohřev teplé vody je navržen jako nepřímý zásobníkový. Topná voda je ohřívána v plynovém kotli, ta pak předává svou tepelnou energii do zásobníků teplé vody. Výhoda tohoto systému je ta, že nemusíme mít kotel s vysokým výkonem a teplá voda je vždy k dispozici. Pro okamžité zajištění teplé vody v každé výtokové baterii je navržen cirkulační systém teplé vody.

Výpočet byl proveden podle normy ČSN 060320.

14.1 Vstupní hodnoty pro výpočet zásobníkového ohřevu teplé vody

- počet osob v objektu – 25
- potřeba vody: dětské domovy – 1 dítě (včetně personálu) = 0,07 m³/den
úklid = 0,020 m³/100m²
uklizená plocha přibližně 725m²
jídlo = 0,0015 m³/porce
počet porcí = 50 teplých jídel denně
- odběr dle denní doby: 7h – 9h = 20%
 9h – 11h = 5%
 11h – 18h = 30%
 18h – 24h = 45%

14.2 Výpočet zásobníkového ohřevu teplé vody

- denní potřeba: $V_p = 0,07 \cdot 25 + 0,02 \cdot 7,25 + 0,0015 \cdot 50 = 1,97 \text{ m}^3$
- teplo odebrané a ztracené v soustavě

teplo odebrané: $Q_{2t} = 1,163 \cdot V_p \cdot (t_2 - t_1)$

t_2 = teplota teplá voda °C
 t_1 = teplota studené vody °C

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 1,97 \cdot (55 - 10) = 103,1 \text{ kWh}$$

teplo ztracené: $Q_{2z} = Q_{2t} \cdot 0,5$

$$Q_{2z} = 103,1 \cdot 0,5 = 51,6 \text{ kWh}$$

teplo celkem: $Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$

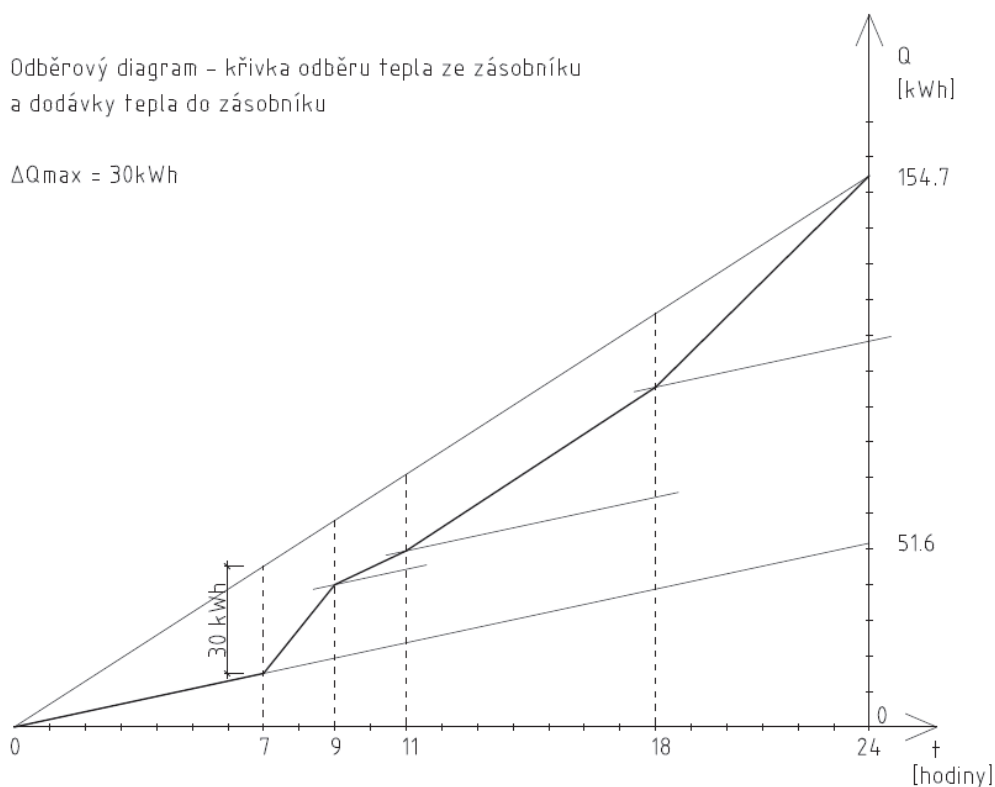
$$Q_{2p} = 103,1 + 51,6 = 154,7 \text{ kWh}$$

Tabulka 14.1 – přehled odběru tepla v časovém období

časové období (h)	odběr (%)	teplo odebrané (kWh)	teplo celkem (kWh)
7 – 9	20	20,6	30,9
9 – 11	5	5,2	7,7
11 – 18	30	30,9	46,4
18 – 24	45	46,4	69,6

Odběrový diagram – křivka odběru tepla ze zásobníku
a dodávky tepla do zásobníku

$$\Delta Q_{\max} = 30 \text{ kWh}$$



Graf 14.1 – odběrový diagram

ΔQ_{\max} = maximální rozdíl mezi dodávkou a odběrem tepla

velikost zásobníku: $V_z = \Delta Q_{\max} / (1,163 \cdot (t_2 - t_1))$

$$V_z = 30 / (1,163 \cdot (55 - 10)) = 0,6 \text{ m}^3$$

Jmenovitý výkon ohřevu:

$$Q_{ln} = Q_{2p} / t_{\max}$$

$$Q_{ln} = 154,7 / 24 = 6,4 \text{ kW}$$

potřebná teplosměnná plocha pro předání energie otopné vody z kotle do teplé vody (70/60) (55/10):

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}}$$

$$\Delta t = 24,6 \text{ K}$$

kde	T_1	přívod teplé vody z plynového kotle	70 °C
	T_2	vratná voda	60 °C
	t_1	ohřátá voda	55 °C
	t_2	studená voda z vodovodního řádu	10 °C

$$A = \frac{Q_{ln} \cdot 10^{-3}}{U \cdot \Delta t}$$

$$A = 0,69 \text{ m}^2$$

14.3 Návrh zásobníků teplé vody

Na vypočtené parametry jsou navrženy 2 zásobníky teplé vody o celkové kapacitě 600 litrů. Zásobníky jsou od firmy Vaillant, typ VIH uniSTOR R 300. V každém je umístěn topný had s plochou minimálně 0,69m². Zdroj tepla je navržen v další části diplomové práce.

Podrobnější specifikace zásobníků teplé vody je v technické zprávě.

15 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Zdroj tepla pro objekt je navržen podle celkového instalovaného výkonu otopných těles a potřebného jmenovitého výkonu pro ohřev teplé vody. Jako zdroj tepla slouží 2 závěsné kondenzační kotle Vaillant ecoTECH exclusiv VU 206/4-7 s výkonem 21,6 kW. Kotel má plynulou regulaci od 17 do 100%, která umožní bezproblémový ohřev pouze teplé vody v letním období. Teplá voda je do zásobníku přiváděna z jednoho kotle přes trojcestný ventil. Plynový kotel je typu C, vzduch pro spalování je přiváděn z exteriéru, spaliny odváděny do exteriéru. Sací trubka má průměr 125 mm, výdechová 80 mm. Odkouření musí být vyspádováno se sklonem minimálně 3 % směrem do kotle. Vývod kondenzátu musí být otevřen a napojen na potrubí se zavodněným sifonem. Maximální délka odtahu spalin 14 m – vyhovuje.

Podrobnější specifikace kotle je v technické zprávě.

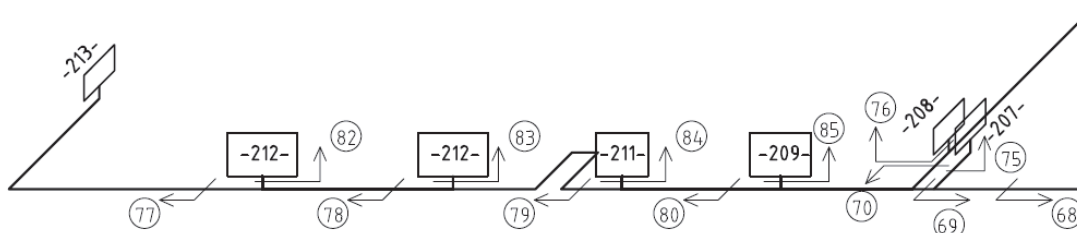
16 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ, NÁVRH OBĚHOVÝCH ČEPRADEL

Pro rozvod otopné vody jsou zvoleny měděné trubky. Trubky z tohoto materiálu mají dlouhou životnost, nízký součinitel vnitřního tření a především jsou rychlé na montáž. Přímé úseky delší než 5 metrů se musí kompenzovat změnou trasy v potrubí. Horizontální rozvody v 1PP, 1NP a 2NP jsou vedeny po zdech. Připojení k otopnému tělesu je provedeno přes přímé H šroubení. Horizontální rozvody ve 3NP jsou umístěny do podlah. K otopnému tělesu vede potrubí přes zeď, aby byly trubky schovány v celém svém úseku. Připojení k otopnému tělesu je provedeno přes rohové šroubení. Stoupací potrubí je vedeno v instalačních šachtách. Část rozvodů v suterénu je zavěšeno pod stropem.

16.1 Postup dimenzování potrubí

- určení základního okruhu (nejčastěji nejvýše položené těleso s nejvyšším výkonem)
- očíslování úseků pro dimenzování
- výpočet hmotnostních průtoků m dle vztahu: $m = Q / (c \cdot \Delta t)$ [kg/h]
- určení délek potrubí l [m]

- odečítání hodnot (průměr potrubí DN, tlaková ztráta R [Pa/m], rychlost otopné vody v potrubí w [m/s]) z tabulek pro dimenzování dle hmotnostního průtoku pro daný teplotní spád
- výpočet tlakové ztráty třením dle vztahu $R \cdot l$ [Pa]
- určení součinitelů vřazených odporů ξ (kolena, T-kusy, otopné tělesa, rozšíření a zúžení potrubí, rozbočky, armatury)
- výpočet tlakové ztráty vřazenými odpory Z dle vztahu $Z = \sum \xi \cdot (w^2/2) \cdot \rho$ [Pa]
- odečtení tlakové ztráty Δp_{rv} [Pa] dle hmotnostního průtoku a stupně přednastavení regulačního ventilu z tabulek
- součtem tlakových ztrát třením, vřazenými odpory a tlakové ztráty regulačního ventilu získáme celkovou tlakovou ztrátu úseku
- takto postupujeme po jednotlivých úsecích až k oběhovému čerpadlu, dále dimenzujeme další větve
- po nadimenzování hlavní větve můžeme navrhnout oběhové čerpadlo



Obrázek 16.1 Dimenzovací schéma

Podrobné výpočty jsou v příloze číslo 3.

16.2 Návrh oběhových čerpadel

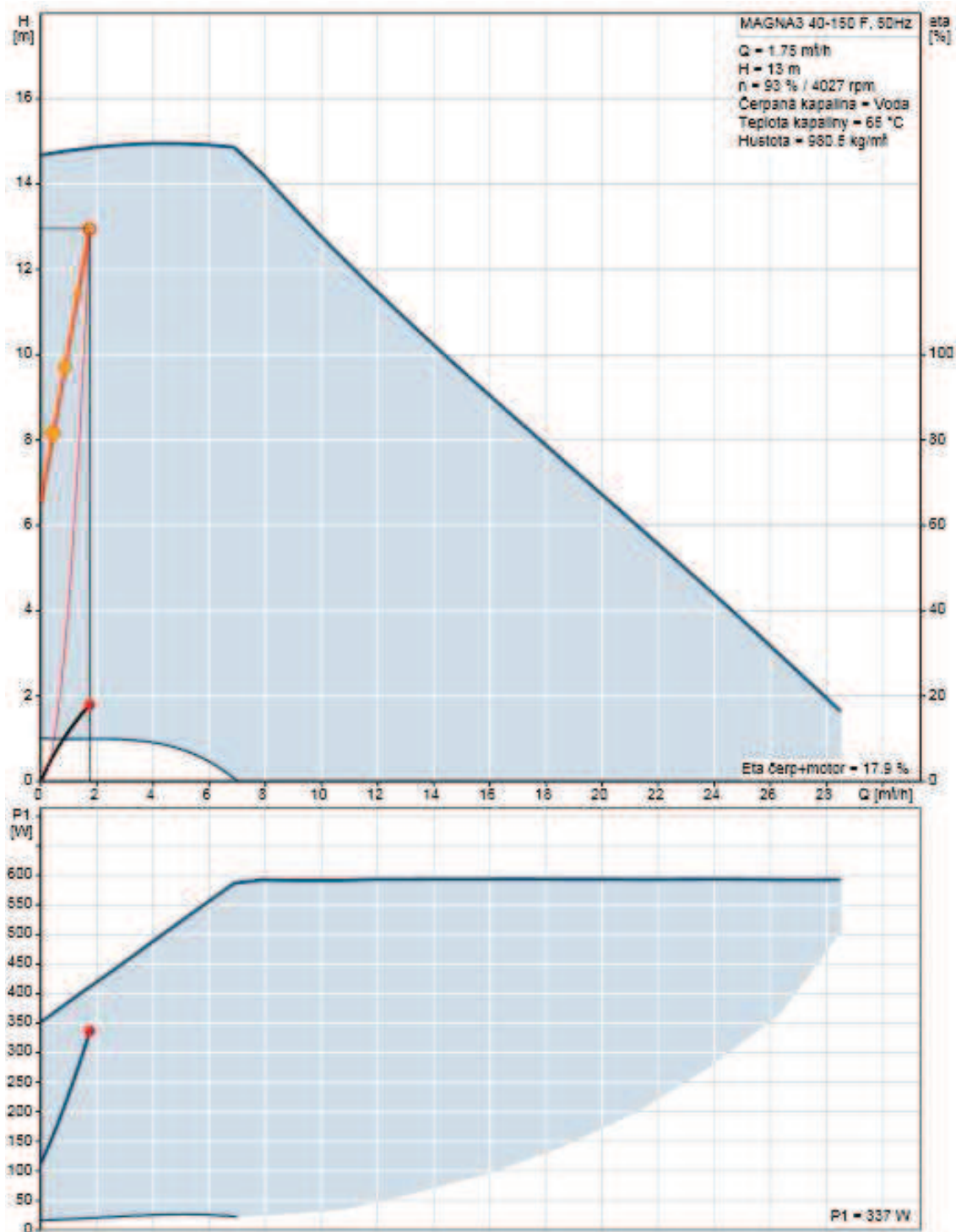
Oběhová čerpadla jsem navrhl ve výpočetním programu firmy Grundfos Webcaps [26]. Obě čerpadla jsou elektronicky regulována.

Na stoupačku SJ bylo navrženo oběhové čerpadlo Magna3 40-150 F (graf 16.1).

- tlaková ztráta – 13,013 kPa
- hmotnostní průtok 1746 kg/h

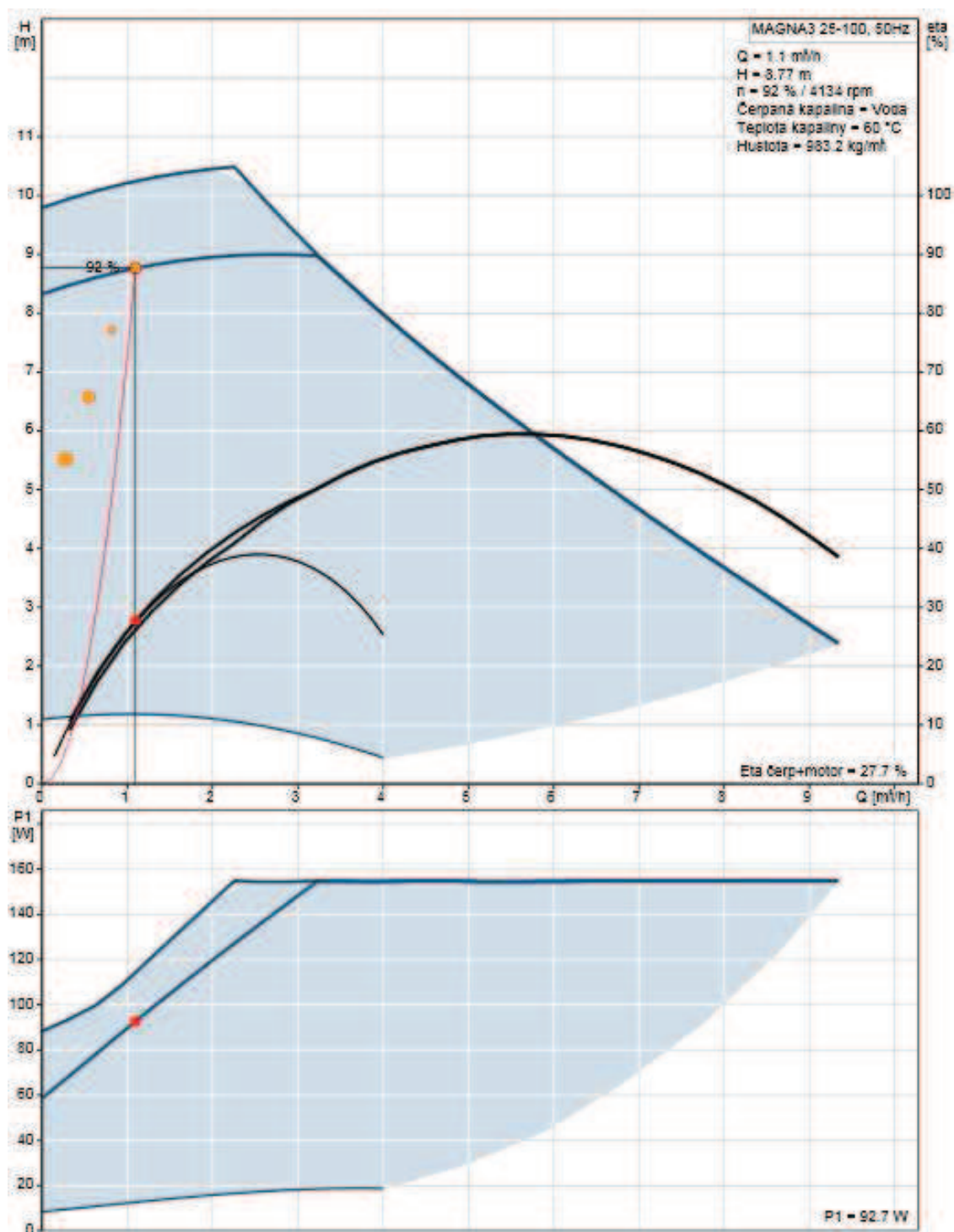
Na stoupačku SS bylo navrženo oběhové čerpadlo Magna3 25-100 (graf 16.2).

- tlaková ztráta – 8,767 kPa
- hmotnostní průtok 1109 kg/h



Graf 16.1 pracovní bod čerpadla Magna 40-150 F

Popis	Hodnota
Název výrobku::	MAGNA3 40-150 F
Číslo výrobku:	97924271
EAN kód::	5710626493463
Cena:	1.431,00 €
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.75 m ³ /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	13 m
Max. dopravní výška:	150 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	A
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina EN-GJL-250 ASTM A48-250B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Standardní příruba:	DIN
Potrubní přípojka:	DN 40
PN pro potrubní přípojku:	PN6/10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	250 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	65 °C
Hustota:	980.5 kg/m ³
Kinematická viskozita:	1 mm ² /s
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	17 .. 608 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.19 .. 2.69 A
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Štítek:	<u>Grundfos Blueflux</u>
Energet. účinnost (EEI):	0.18
Čistá hmotnost:	16.1 kg
Hrubá hmotnost:	17.6 kg
Přepravní objem:	0.04 m ³



Graf 16.2 pracovní bod čerpadla Magna3 25-100

Popis	Hodnota
Název výrobku::	MAGNA3 25-100
Číslo výrobku:	97924247
EAN kód::	5710626493227
Cena:	699,00 €
Techn.:	
Skutečná vypočítaná hodnota průtoku:	1.1 m ³ /h
Výsledná dopravní výška čerpadla:	8.76 m
Max. dopravní výška:	100 dm
Teplotní třída TF:	110
Schval. značky na typovém štítku:	CE,VDE,EAC
Model:	A
Materiály:	
Těleso čerpadla:	Litina EN-GJL-200 ASTM A48-200B
Oběžné kolo:	PES 30%GF
Instalace:	
Rozsah okolní teploty:	0 .. 40 °C
Max. provozní tlak:	10 bar
Potrubní přípojka:	G 1 1/2"
PN pro potrubní přípojku:	PN10
Vzdálenost mezi sacím a výtlačným hrdlem:	180 mm
Kapalina:	
Čerpaná kapalina:	Voda
Rozsah teploty kapaliny:	-10 .. 110 °C
Teplota kapaliny:	60 °C
Hustota:	983.2 kg/m ³
Kinematická viskozita:	1 mm ² /s
Elektrické údaje:	
Příkon - P1:	9 .. 163 W
Max. spotřeba el. proudu:	0.09 .. 1.33 A
Frekvence el. sítě:	50 Hz
Jmenovité napětí:	1 x 230 V
Krytí (IEC 34-5):	X4D
Třída izolace (IEC 85):	F
Jiné:	
Štítek:	<u>Grundfos Blueflux</u>
Energet. účinnost (EEI):	0.19
Čistá hmotnost:	4.81 kg
Hrubá hmotnost:	5.27 kg
Převážný objem:	0.015 m ³

17 NÁVRH ZABEZPEČOVACÍHO ZAŘÍZENÍ

17.1 Návrh expanzní nádoby

Expanzní nádoba je zařízení sloužící pro zachycení změn objemu vody v otopné soustavě a udržující soustavu v předepsaném přetlaku. Návrh expanzních vychází z objemu vody v soustavě, maximální teploty a z výšky otopné soustavy.

17.1.1 Výpočet expanzní nádoby

- objem vody soustavy V_o .

$$\left. \begin{array}{l} \text{objem otopných těles:} \quad 0,208 \text{ m}^3 \\ \text{objem vody v rozvodech:} \quad 0,526 \text{ m}^3 \end{array} \right\} V_o = 0,754 \text{ m}^3$$

- expanzní objem V_e dle vztahu:

$$V_e = 1,3 \cdot V_o \cdot n$$

$$V_e = 1,3 \cdot 0,754 \cdot 0,01413 = 0,01385 \text{ m}^3$$

n = koeficient tepelné roztažnosti pro teplotu teplé vody minus 10 K (-)

- určení předběžného objemu expanzní nádoby:

$$V_{ep} = \frac{V_e \cdot (P_{hp} + 100)}{(P_{hp} - P_d)}$$

$$P_{d,dov} \geq 1,1 \cdot (h \cdot \rho \cdot q \cdot 10^{-3} + \Delta_{pz})$$

$$P_{d,dov} \geq 1,1 \cdot (11,7 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + (13,0 + 8,8)) = 150,23 \text{ kPa}$$

$$P_{d,dov} \text{ volím } 155 \text{ kPa}$$

$$P_{h,dov} \leq P_k - (h_{mr} \cdot \rho \cdot q \cdot 10^{-3})$$

$$P_{h,dov} \leq 400 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}) = 390 \text{ kPa}$$

$$P_{h,dov} \text{ volím } 350 \text{ kPa}$$

$$V_{ep} = \frac{0,01385 \cdot (350 + 100)}{(350 - 155)} = 0,032 \text{ m}^3$$

kde	Δ_{pz}	ztráta tlaku rozvodu mezi neutrálním a nejvyšším bodem	(kPa)
	P_{hp}	předběžný nejvyšší provozní přetlak	(kPa)
	P_d	nejnižší provozní přetlak	(kPa)

Návrh: tlakové expanzní nádoba VR35, objem 35 litrů.

17.1.2 Výpočet průměru potrubí expanzní nádoby

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} \quad Q_p = \text{výkon zdroje} \quad (\text{kW})$$

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot 46^{0,5} = 14,07 \text{ mm}$$

návrh potrubí DN 18x1 – Cu

17.2 Návrh pojistného zařízení

Pojistné zařízení zabezpečuje soustavu proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku. Z hlediska návrhu expanzního a pojistného zařízení se jedná o kotel skupiny B a dimenzují se dle zásad pro páru. Návrh vychází z normy ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení.

17.2.1 Výpočet průřezu sedla pojistného ventilu

výpočet průřezu pojistného sedla A_o dle vztahu

$$A_o = \frac{Q_p}{\alpha_v \cdot k}$$

$$A_o = \frac{46}{0,8 \cdot 1,41} = 40,8 \text{ mm}^2$$

kde	Q_p	výkon zdroje tepla	(kW)
	α_v	výtokový součinitel pojistného ventilu	(-)
	k	konstanta závislá na stavu syté vodní páry při přetlaku p_{ot}	(kW/mm ²)

ideální průměr sedla pojistného ventilu d_i podle vztahu

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{A_o}{\pi}\right)^{0,5}$$

$$d_i = 2 \cdot \left(\frac{40,8}{\pi}\right)^{0,5} = 7,2 \text{ mm}$$

průměr sedla skutečné velikosti d_o zjistíme podle vztahu

$$d_o = a \cdot d_i$$

$$d_o = 1,12 \cdot 7,2 = 8,1 \text{ mm}$$

kde	a	součinitel zvětšení sedla	(-)
-----	-----	---------------------------	-----

profil (vnitřní průměr) pojistného potrubí podle vztahu

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5}$$

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot 46^{0,5} = 24,5 \text{ mm}$$

Návrh dle podkladů výrobce PV DN 15, 1/2" x 3/4", otevírací přetlak 350 kPa.

18 NÁVRH DALŠÍCH ZAŘÍZENÍ

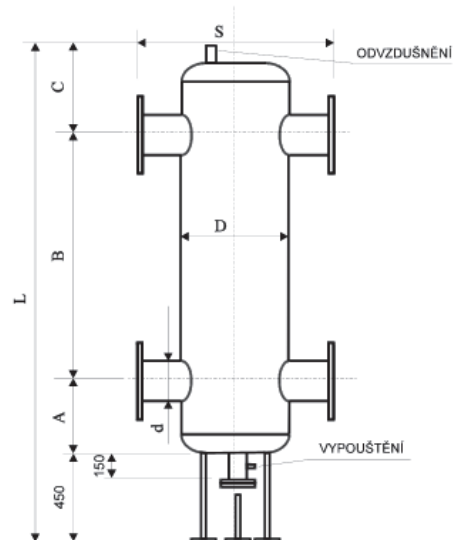
18.1 Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků (HVDT)

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků navrhují na průtok vody v otopné soustavě.

Instalovaný výkon: 43,2 kW

$$M = Q / (c \cdot \Delta t \cdot \rho) = 43,2 \cdot 10^3 / (1,163 \cdot 10 \cdot 977,7) = 3,8 \text{ m}^3$$

Technická data		HVDT 5/4"	HVDT 6/4"	HVDT 2"	HVDT I	HVDT II
Závitové příp.	G	5/4"	6/4"	2"	-	-
Přírubové příp.	DN	-	-	-	50	65
Průtok	m ³ /h	1,8	2,5	4	4	8
Rozměr A	mm	100	110	110	100	120
Rozměr B	mm	300	380	400	400	500
Rozměr C	mm	65	80	100	100	130
průměr D	mm	89	108	108	108	159
Výška L	mm	485	600	600	1 050	1 200
Rozměr S	mm	169	208	208	400	400
Průměr hrdla	mm	32	40	57	57	76
Hmotnost	kg	6	10	15	20	35
Objednací číslo		10.2.9.1	10.2.10.1	10.2.11.1	10.2.1.1	10.2.2.1



Obrázek 18.1 HVDT [27]

Tabulka 18.1 Rozměr HVDT [27]

18.2 Návrh kombinovaného rozdělovače, sběrače

Instalovaný výkon: 43,2 kW

$$M = Q / (c \cdot \Delta t \cdot \rho) = 43,2 \cdot 10^3 / (1,163 \cdot 10 \cdot 977,7) = 3,8 \text{ m}^3$$

Velikosti KRS v závislosti na průtoku					
Průřez KRS celkový (mm)	Průřez komory rozdělovače / sběrače (mm)	Maximální dimenze hrdel pro napojení zdroje	Maximální dimenze hrdel pro napojení topných větví	Maximální průtok [m ³ /h]	Max. přenášený výkon při Δt=20°C (kW)
50 x 80	50 x 40	1"	3/4"	1,75	40
70 x 100	70 x 50	6/4"	1"	4,00	95
80 x 120	80 x 60	2"	6/4"	6,50	150
100 x 120	100 x 60	DN 80	6/4"	11,50	270
100 x 160	100 x 80	DN 80	2"	15,00	350
120 x 200	120 x 100	DN 100	DN 80	20,00	465
150 x 200	150 x 100	DN 125	DN 80	25,00	580

Tabulka 18.2 Velikost KRS

19 POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

Potřebu tepla pro vytápění a ohřev teplé vody byla vypočítána pomocí výpočetní pomůcky (tabulka 19.1) na internetových stránkách tzb-info.cz. Tento výpočetní program vychází z denostupňové metody dle ČSN ISO 17390. [28]

Vstupní údaje: lokalita - Brno

výpočtová venkovní teplota: -12 °C

tepelná ztráta objektu: 34,3 kW

průměrná vnitřní výpočtová teplota: 22 °C

potřeba vody: 1,97 m³/den

teplota vody: 55/10 °C

Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

Lokalita (Tabulka)		<input type="radio"/> tem = 12 °C <input checked="" type="radio"/> tem = 13 °C <input type="radio"/> tem = 15 °C
Město: <input type="text" value="Brno"/>	Délka topného období: d = <input type="text" value="232"/> [dny]	
Venkovní výpočtová teplota t _e = <input type="text" value="-12"/> °C	Prům. teplota během otopného období t _{es} = <input type="text" value="4.4"/> °C	
<div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Vytápění </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Ohřev teplé vody </div> </div>		
Tepelná ztráta objektu Q _c = <input type="text" value="34.3"/> kW	t ₁ = <input type="text" value="10"/> °C	p = <input type="text" value="1000"/> kg/m³
Průměrná vnitřní výpočtová teplota t _{is} = <input type="text" value="22"/> °C	t ₂ = <input type="text" value="55"/> °C	c = <input type="text" value="4186"/> J/kgK
Vytápěcí denostupně D = d · (t _{is} - t _{es}) = 4083 K.dny	V _{2p} = <input type="text" value="1.97"/> m³/den	
Opravné součinitele a účinnosti systému e _i = <input type="text" value="0.85"/> η _o = <input type="text" value="0.95"/> e _t = <input type="text" value="0.90"/> η _r = <input type="text" value="0.95"/> e _d = <input type="text" value="1.00"/>	Koefficient energetických ztrát systému z = <input type="text" value="0.5"/>	
Opravný součinitel ε <input checked="" type="radio"/> ε = e _i · e _t · e _d = 0.765 <input type="radio"/> ε = <input type="text" value="0.765"/>	Denní potřeba tepla pro ohřev teplé vody $Q_{TUV,d} = (1 + z) \cdot \frac{p \cdot c \cdot V_{2p} \cdot (t_2 - t_1)}{3600} = 154.6 \text{ kWh}$	
$Q_{VYT,r} = \frac{\varepsilon}{\eta_o \cdot \eta_r} \cdot \frac{24 \cdot Q_c \cdot D}{(t_{is} - t_e)} \cdot 3,6 \cdot 10^{-3}$	Teplota studené vody v létě t _{svl} = <input type="text" value="15"/> °C Teplota studené vody v zimě t _{svz} = <input type="text" value="5"/> °C Počet pracovních dní soustavy v roce N = <input type="text" value="365"/> [dny]	
$Q_{VYT,r} = \left(\frac{301.7 \text{ GJ/rok}}{83.8 \text{ MWh/rok}} \right)$	$Q_{TUV,r} = Q_{TUV,d} \cdot d + 0,8 \cdot Q_{TUV,d} \cdot \frac{t_2 - t_{svl}}{t_2 - t_{svz}} \cdot (N - d)$	
$Q_{VYT,r} = \left(\frac{176.5 \text{ GJ/rok}}{49 \text{ MWh/rok}} \right)$		
Celková roční potřeba energie na vytápění a ohřev teplé vody		
$Q_r = Q_{VYT,r} + Q_{TUV,r} = \left(\frac{478.2 \text{ GJ/rok}}{132.8 \text{ MWh/rok}} \right)$		

Tabulka 19.1 Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody

20 TECHNICKÁ ZPRÁVA

20.1 Úvod

Tento projekt řeší návrh vytápění dětského domova Dagmar.

20.1.1 Označení stavby a pozemku

Název stavby:	Dětský domov Dagmar
Místo stavby:	Zeleného 51, 616 00
Obec:	Brno - Žabovřesky
Katastrální území:	Žabovřesky
Katastrální číslo:	4628
Kraj:	Jihomoravský

20.1.2 Umístění a popis objektu

Řešený objekt se nachází v katastrálním území Žabovřesky v nadmořské výšce 224,45 m n. m. Jedná se o stávající stavbu zděného dětského domova z roku 1928. Objekt má 3 nadzemní a 1 podzemní podlaží. Objekt je zateplen minerální vatou o tloušťce 100mm.

Otopná soustava je navržena teplovodní s teplotním spádem 65/55°C, je dvoutrubková, uzavřená s ležatým potrubím vedeným po zdi (1PP, 1NP a 2NP) a v podlaze (3NP) a zavěšené pod stropem (1PP). Stoupací potrubí vede v instalační šachtě.

Vnější návrhová teplota: -12°C

Vnitřní teplota vzduchu v otopném období:

15°C – sklad v 1NP, 2NP

18°C – místnosti v 1PP, schodišťový prostor

22°C – obytné místnosti

24°C – koupelny

20.2 Tepelné technické parametry konstrukcí

Byl proveden výpočet součinitelů prostupu tepla všech konstrukcí podle platné normy ČSN 730540.

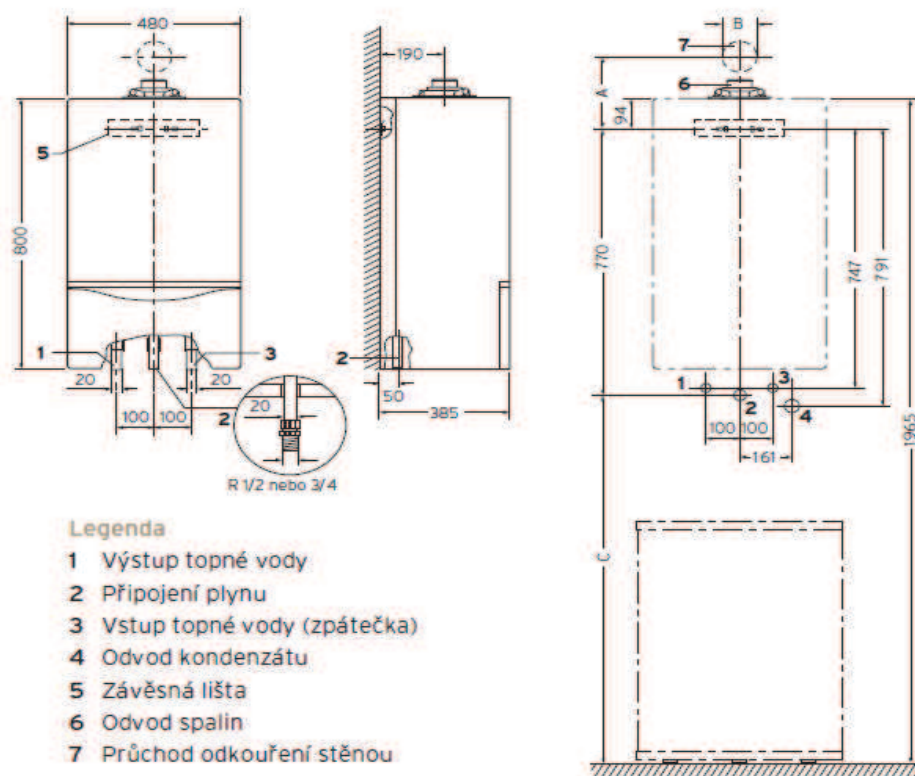
Dále byl proveden výpočet tepelného výkonu podle normy ČSN EN 12831. Výpočet byl proveden ručně pro každou místnost zvlášť. Celkový tepelný výkon (tepelná ztráta) objektu činí 33,1 kW. Potřeba tepla pro vytápění činí 301,7 GJ/rok.

20.3 Zdroj tepla

Jako zdroj tepla je navržena soustava dvou plynových kondenzačních kotlů (K1, K2) Vaillant ecoTECH exclusiv VU 206/4-7 s výkonem 21,6 kW (celkový výkon 43,2 kW). Kotle jsou umístěny v technické místnosti 008. Kotle se osadí na stěnu, připojí se na kouřovod, přívod plynu, rozvod ÚT a elektrickou energii. Kotel je spotřebič typu C, čili neřešíme větrání kotelny.

Technické údaje			
Označení	jednotka	ecoTEC exclusiv	
		VU 146/4-7	VU 206/4-7
Rozsah nastavení tepelného výkonu při teplotním spádu 40/30 °C 60/40 °C 80/60 °C	kW kW kW	2,6 - 15,2 2,4 - 14,4 2,4 - 14,0	4,0 - 22,8 3,8 - 21,6 3,7 - 21,0
Tepelný výkon pro ohřev zásobníku	kW	16	23
Nejmenší tepelný výkon	kW	2,4	3,8
Připojovací tlak zemního plynu	mbar	20	20
Spotřeba zemního plynu při ohřevu zásobníku	m³/h	1,7	2,5
Hmotnostní průtok spalín (min./max.)	g/s	1,1/7,6	1,8/11,0
Teplota spalín (min./max.)	°C	40/70	40/70
Třída NO _x	-	5	5
Účinnost při teplotním spádu 40/30 °C 75/60 °C	%	109 96,4	109 96,4
Množství kondenzátu (pH = 3,7) při teplotním spádu 40/30 °C	l/h	1,3	2,0
Jmenovité množství oběhové vody ($\Delta T = 20$ K)	l/h	600	900
Zbytková dopravní výška čerpadla	mbar	250	250
Nastavitelná teplota topné vody	°C	40 - 85	40 - 85
Objem expanzní nádoby (topení)	l	10	10
Vstupní tlak expanzní nádrže (topení)	bar	0,75	0,75
Max. pracovní přetlak v topném systému	bar	3,0	3,0
Nastavitelný rozsah teploty teplé vody v zásobníku	°C	40 - 70	40 - 70
Celková hmotnost	kg	35	35
Výška	mm	800	800
Šířka	mm	480	480
Hloubka	mm	385	385
Elektrické připojení	V/Hz	230/50	230/50
Příkon, max.	W	70	90
Stupeň krytí	-	IP X4 D	IP X4 D

Tabulka 20.1 Technické údaje



Obrázek 20.1 Připojení kotle na soustavu

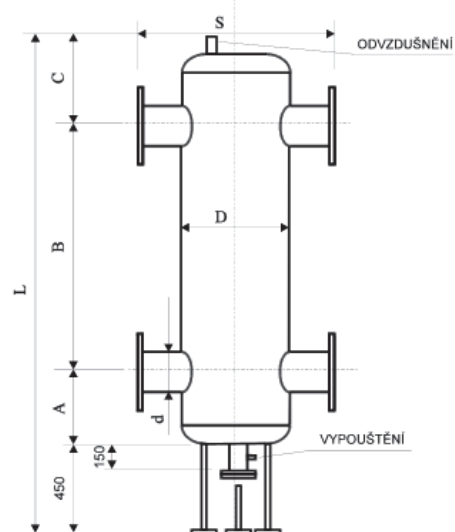
20.4 Zabezpečovací zařízení

Otopná soustava je napojena na expanzní nádobu VR35 o objemu 35 litrů.
Pojistný ventil PV DN 15, 1/2" x 3/4", otevírací přetlak 350 kPa.

20.5 Další zařízení

- Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků

Technická data		HVDT 5/4"	HVDT 6/4"	HVDT 2"	HVDT I	HVDT II
Závitové příp.	G	5/4"	6/4"	2"	-	-
Přírubové příp.	DN	-	-	-	50	65
Průtok	m ³ /h	1,8	2,5	4	4	8
Rozměr A	mm	100	110	110	100	120
Rozměr B	mm	300	380	400	400	500
Rozměr C	mm	65	80	100	100	130
průměr D	mm	89	108	108	108	159
Výška L	mm	485	600	600	1 050	1 200
Rozměr S	mm	169	208	208	400	400
Průměr hrdla	mm	32	40	57	57	76
Hmotnost	kg	6	10	15	20	35
Objednací číslo		10.2.9.1	10.2.10.1	10.2.11.1	10.2.1.1	10.2.2.1



Obrázek 20.2 a tabulka 20.2 HVDT

- Kombinovaný rozdělovač, sběrač

Návrh KRS 70.120

Velikosti KRS v závislosti na průtoku					
Průřez KRS celkový (mm)	Průřez komory rozdělovače / sběrače (mm)	Maximální dimenze hrdel pro napojení zdroje	Maximální dimenze hrdel pro napojení topných větví	Maximální průtok [m ³ /h]	Max. přenášený výkon při $\Delta t=20^{\circ}\text{C}$ (kW)
50 x 80	50 x 40	1"	3/4"	1,75	40
70 x 100	70 x 50	6/4"	1"	4,00	95
80 x 120	80 x 60	2"	6/4"	6,50	150

Tabulka 20.3 KRS

20.6 Otopná soustava

Otopná soustava je navržena s teplotním spádem 65/55°C. Potrubí je vedeno z kotle do HVDT, kombinovaného R+S a přes soustavu armatur do jednotlivých topných větví (stoupačky SJ a SS). V 1PP jsou rozvody k tělesům vedeny po zdi, ke stupačkám SJ a SS pod stropem. Ty dále přecházejí do instalačních šachet a ze šachet přes rozvody v podlaze k jednotlivým otopným tělesům. Připojení otopných těles v 1NP a 2NP je řešeno přímým H šroubením napojeného na rozvody vedoucí po zdi. Trubky jsou měděné, v šachtách opatřené tepelnou izolací TI PAROC – section aluCoat T tloušťky 50mm

20.7 Otopná tělesa

Otopná tělesa jsou navržena od firmy Korado. V obytných místnostech jsou umístěna desková otopná tělesa RADIK PLAN VKM se středovým spodním přímým H šroubením (3NP rohové H šroubení). V koupelnách ve 3NP jsou umístěna trubková tělesa KORALUX LINEAR KLASIK - M (KLCM) se středovým spodním rohovým H šroubením. V suterénu byla navržena desková tělesa RADIK VKM.

Všechna tělesa jsou opatřena termostatickým ventilem s termostatickou hlavicí od firmy Heimeier s předepsaným přednastavením. Dále je na každém tělese odvzdušňovací ventil.

Celkový instalovaný výkon otopných těles je 20,6 kW.

20.8 Oběhové čerpadla

Na větví SJ bylo navrženo čerpadlo Magna3 40-150 F

Na větví SS bylo navrženo čerpadlo Magna3 25-100

20.9 Regulace

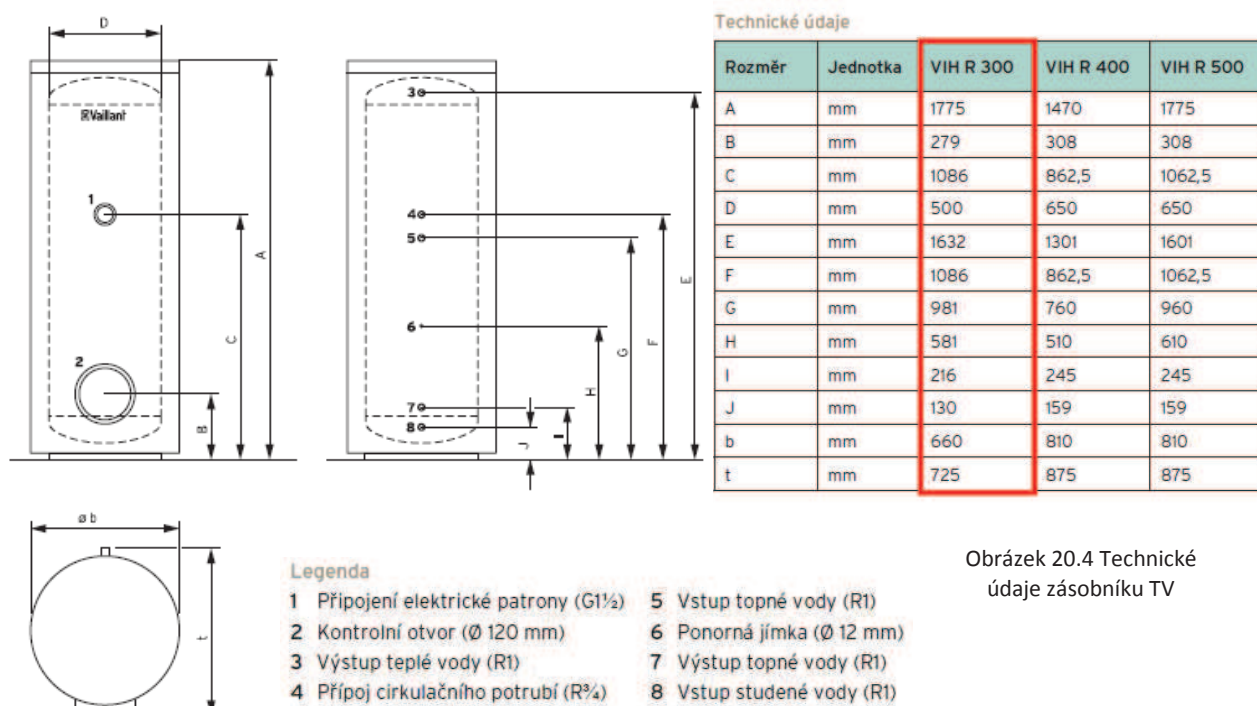
Kotel bude řízen dle venkovní teploty s maximální výstupní teplotou otopné vody 65°C (pro vytápění) a 70°C (pro ohřev TV) při výpočtové venkovní teplotě -12°C. Venkovní čidlo T1 se umístí na severní stranu objektu dětského domova Dagmar. Do referenční místnosti bude osazen prostorový termostat – pro SJ místnost 117, čidlo T2, pro SS místnost 111, čidlo T1. Regulace kotle bude dle venkovní teploty s vazbou na teplotu prostoru (případně s časovým řízením). Provozovatel ve spolupráci se servisním technikem nastaví vhodnou ekvitermní křivku a časové nastavení, případně bude upraveno při provozu dle potřeby.

Otopná tělesa budou opatřena ventilem s termostatickou hlavicí s vestavěným čidlem.

Zásobník teplé vody je napojen na topný okruh přes trojcestný ventil. V případě potřeby nabíjení zásobníku dá řídicí systém pokyn do kotle K1, aby zvýšil teplotu otopné vody na 70/60 °C a přepnul trojcestný ventil do polohy nabíjení zásobníku. V případě potřeby současného vytápění a nabíjení zásobníku bude trojcestný ventil pouštět vodu do obou okruhů. Teplota otopné vody určené pro vytápění bude regulována trojcestnými ventily umístěnými na stoupačkách SJ a SS.

20.10 Příprava TV

Příprava tepla pro teplou vodu zajišťuje kondenzační kotel K1. Ten bude nabíjet 2 zásobníky od firmy Vaillant, typ VIH uniSTOR R 300 (obr 20.4), objem 300l, celkový objem 600l. V každém je umístěn topný had s plochou minimálně 0,69m².



Obrázek 20.4 Technické údaje zásobníku TV

20.11 Plnění a vypouštění otopné soustavy

Plnění otopné soustavy bude prováděno pitnou vodou z vodovodního řadu plnicím zařízením, které je součástí kotle K1 v technické místnosti. Vypouštění soustavy bude prováděno vypouštěcími kohouty v technické místnosti.

20.12 Montáž, uvedení do provozu

20.12.1 Zdroj

Instalaci a uvedení zařízení do provozu musí provést osoba s odpovídající kvalifikací vlastníci osvědčení o kvalifikaci a oprávnění k činnosti odpovídající rozsahu. Před uvedením zařízení do provozu je nutno zajistit revizi elektroinstalace. Postup uvedení zařízení do provozu je uveden v dodavatelské dokumentaci zařízení.

20.12.2 Topná soustava

Montáž a uvedení topné soustavy do provozu se řídí dle platných norem a zákonů. Montážní práce musí provádět osoba s osvědčením o zácviu vystaveným gestorem použitého systému. Po dokončení montáže zajistí zhotovitel provedení zkoušky těsnosti instalovaného zařízení. Zkoušku provede přetlakem vody minimálně 6 bar. Kontrolu těsnosti prověří jednak prohlídkou zařízení a jednak poklesem zkušebního přetlaku. Zkouška vyhoví, pokud není zjištěn únik a neklesne zkušební přetlak.

20.12.3 Topná zkouška

Uvedení topné teplovodní soustavy do provozu spočívá zejména v provedení zkoušky těsnosti a v provedení dilatační a topné zkoušky. Dilatační zkouška se provede dvojnásobným ohřátím soustavy na nejvyšší pracovní teplotu a jejím ochlazením. Při zkoušce nesmí být zjištěny netěsnosti ani jiné závady.

Součástí topné zkoušky bude i dvojnásobný proplach soustavy ohřátou topnou vodou.

Topná zkouška systému ústředního vytápění bude provedena v rozsahu 24 hod.

Součástí topné zkoušky bude nastavení regulačních ventilů topných těles tak, aby nedocházelo k jejich nerovnoměrnému ohřívání. Před zahájením topné zkoušky musí být provedeno autorizované uvedení kotlů do provozu.

Zkouškou bude prokázána:

- správná funkce armatur
- rovnoměrné ohřívání topných těles
- dosažení technických předpokladů projektu
- správná funkce měřících a regulačních zařízení

- správná funkce zabezpečovacích zařízení
- dostatečný výkon zařízení

20.12.4 Způsob obsluhy a ovládání

Zařízení je určeno pro občasnou obsluhu jednou osobou, spočívající v kontrole funkce zařízení a korekci nastavených uživatelských parametrů. Osoba obsluhující zařízení musí být prokazatelně seznámena s bezpečnostními a provozními podmínkami zařízení a v obsluze zacvičena a musí mít k dispozici návody k obsluze zařízení.

20.13 Bezpečnost při provozu a používání zařízení

Při provozu zařízení smí zařízení obsluhovat zaškolená osoba. Při obsluze zařízení je nutno dodržovat postupy uvedené v návodech k obsluze zařízení a pokynech pro obsluhu zařízení. Předání návodů a pokynů pro obsluhu zařízení a zaškolení obsluhy je povinností zhotovitele zařízení.

20.14 Návrh tepelných izolací rozvodů

Rozvody vedené v podlaze:

- v bytových jednotkách ve 3NP TI Mirelon tloušťky 13 mm

Rozvody vedené ve stoupačkách:

- TI PAROC – section aluCoat T tloušťky 30mm

Rozvody vedené v suterénu zavěšené pod stropem:

- TI PAROC – section aluCoat T tloušťky 50mm

21 ZÁVĚR

Úkolem této diplomové práce bylo aplikovat vhodné řešení vytápění na objekt dětského domova Dagmar. Výpočet tepelného výkonu, návrh otopných těles, dimenzování potrubí, hydraulické posouzení, návrh zabezpečovacího zařízení a přípravu teplé vody.

Teplotní spád otopné vody jsem zvolil 65/55°C. Díky tomuto teplotnímu spádu jsem mohl využít výhody kondenzačního kotle. Potrubní rozvody jsou z mědi. Rozvody otopné vody jsou vedeny po zdi a v podlaze, v suterénu jsou zavěšeny pod stropní konstrukcí. Stoupací potrubí vede v instalační šachtě.

Přípravu teplé vody jsem vyřešil zásobníkovým ohřevem, kdy je ohřev vody prováděn nepřímou. Plynový kotel ohřívá topnou vodu, která předává svou tepelnou energii studené vodě přes teplosměnnou plochu v zásobníku TV.

Cílem diplomové práce je aplikovat získané zkušenosti během magisterského studia. Myslím, že tento cíl tato práce splnila. Mohl jsem si pod odborným vedením pedagogů nanečisto vyzkoušet návrh vytápění objektu většího rozsahu.

22 POUŽITÉ ZDROJE

1. THERMONA, elektrokotle, dostupné z
<http://www.thermona.cz/category/kotle/elektrokotle> [online].
[cit. 2015-01-05]
2. Obrázek elektrokotle THERM EL 5, dostupné z
<http://www.thermona.cz/elektrokotle-vyssi-rada> [online].
[cit. 2015-01-05]
3. POČINKOVÁ, Marcela., Obnovitelné zdroje energie, přednáška 2 poskytnutá studentům na přenosném disku
4. Výhřevnost paliv, dostupné z
<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv> [online].
[cit. 2015-01-05]
5. ŠTĚCHOVSKÝ, J. Vytápění. Praha: Sobotáles - 3. Vydání, 2005. ISBN 80-86817-11-3.
6. THERMONA, plynové nástěnné kotle, dostupné z
<http://www.thermona.cz/category/kotle/plynove-kotle-nastenne> [online].
[cit. 2015-01-05]
7. Treuová, Lea. Podklady pro studenty. Přednášky – vytápění. Dostupné z
<http://www.fce.vutbr.cz/TZB/treuova.l/> [online].
[cit. 2015-01-05]
8. bentone-dobrovský, dostupný z
http://www.bentone-dobrovsky.cz/data/popis_plyn.html [online].
[cit. 2015-01-06]
9. Bezpečný plyn, dostupné z
<http://www.bezpecnyplyn.cz/pro-odberatele-plynu/na-co-nesmime-zapomenout.html> [online].
[cit. 2015-01-06]
10. THERMONA, plynový kotel se zabudovaným zásobníkem TV, dostupné z
<http://www.thermona.cz/kotel-therm-pro-14-kxa-14-tkxa> [online].
[cit. 2015-01-06]

11. THERMONA, stacionární plynový kotel, dostupné z
<http://www.thermona.cz/category/kotle/stacionarni-kotle> [online].
[cit. 2015-01-06]
12. TZB info, princip práce kondenzačního kotle, dostupné z
<http://www.tzb-info.cz/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu> [online].
[cit. 2015-01-06]
13. Obrázek kotle na kapalné palivo, dostupné z
<http://www.eis.cz/popisvyr.php3?vcis=528&vuziv=2> [online].
[cit. 2015-01-06]
14. Kotel na kapalné palivo, dostupné z
<http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-klasicka/kotle-na-kapalna-paliva.php> [online].
[cit. 2015-01-06]
15. Chladicí smyčka, dostupné z
<http://kamna.astranet.cz/shops/4848/private/smycka.htm> [online].
[cit. 2015-01-07]
16. ATMOS, obrázek chladicí smyčky, dostupné z
<http://www.atmos.eu/czech/images/instalace-kotlu/zapojeni-chladici-smycky-proti-pretopeni-full.gif> [online].
[cit. 2015-01-07]
17. Obrázek kotle na tuhá paliva, dostupné z
<http://www.prodejna-ztt.cz/category/produkty/kotle-na-tuha-paliva> [online].
[cit. 2015-01-07]
18. ATMOS, obrázek kotle s automatickým doplňováním paliva, dostupné z
<http://www.atmos.eu/kotle-na-pelety/> [online].
[cit. 2015-01-07]
19. Technické informace o zplynovacích kotlích, dostupné z
<http://biom.cz/cz/odborne-clanky/zplynovaci-kotel-na-kusove-drevo-polena-a-drevene-brikety> [online].
[cit. 2015-01-07]

20. Obrázek zplynovacího kotle na kusové dřevo a brikety, dostupné z
<http://biom.cz/cz/obrazek/zplynovaci-kotel-na-drevo-guntamatic-synchro> [online].
[cit. 2015-01-07]
21. JELÍNEK, Vladimír, Výpočet tepelné ztráty budov, dostupný z
http://www.hydronic.cz/download_clanky.php?id=6 [online].
[cit. 2014-01-08]
22. Historie dětského domova Dagmar, dostupné z
<http://www.dddagmar.cz/> [online].
[cit. 2015-01-08]
23. Obrázek Radik Plan VKM, dostupný z
http://www.korado.cz/cs/vyrobky/radik/prehled_modelu/radik_plan_vkm/index.shtml [online].
[cit. 2015-01-08]
24. Obrázek Koralux Linear Classic M, dostupný z
http://www.korado.cz/cs/vyrobky/koralux/prehled_modelu/produktova_rada_classic/koralux_linear_classic_m.shtml [online].
[cit. 2015-01-08]
25. Obrázek Korado Radik VKM, dostupný z
http://www.korado.cz/cs/vyrobky/radik/prehled_modelu/radik_vkm/index.shtml [online].
[cit. 2015-01-08]
26. Návrh oběhových čerpadel, dostupný z
<http://net.grundfos.com/Appl/WebCAPS/InitCtrl?mode=1> [online].
[cit. 2015-01-09]
27. Návrh HVDT, dostupný z
<http://www.aquaproduct.cz/files/00046-10.2%20HVDT%20hydraulicke%20vyrovnavace%20dynamickych%20tlaku.pdf.pdf> [online].
[cit. 2015-01-09]
28. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody, dostupný z
<http://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody> [online].
[cit. 2015-01-09]

23 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A OZNAČENÍ

t	teplota	[K]
Q	tepelný výkon	[W]
m	hmotnostní průtok	[kg/h]
Δp	střední hodnota pro tlak	[Pa]
n	násobná výměna vzduchu za hodinu	[m ³ /h]
A	plocha	[m ²]
U	součinitel prostupu tepla konstrukcí	[W/m ² .K]
U _{em}	střední hodnota prostupu tepla	[W/m ² .K]
e	korekční součinitel	[-]
H	měrná tepelná ztráta	[W/K]
f	součinitel redukce teploty	[-]
G	opravný součinitel na vliv spodní vody	[-]
θ	teplota	[°C]
Φ	návrhová tepelná ztráta	[W]
ε	výškový korekční činitel	[-]
V	objem místnosti	[m ³]
n ₅₀	stupeň těsnosti obvodového pláště budovy	[-]
l	délka	[m]
R	tlaková ztráta	[Pa]
w	rychlost	[m/s]
$\Sigma \xi$	suma vřazených odporů	[-]
Z	tlaková ztráta vřazených oporů	[Pa]
ρ	hustota	[kg/m ³]
c	měrná tepelná kapacita	[J/kg.K]
t	střední hodnota tepla	[K]
h	výška	[m]
g	tíhové zrychlení	[m/s ²]
d	průměr	[mm]

PŘÍLOHY

A. Výpočtová část

- příloha číslo 1 – součinitel prostupu tepla
- příloha číslo 2 – přesný výpočet tepelných ztrát
- příloha číslo 3 – výpočet dimenze potrubí

B. Výkresová část

- Výkres číslo 01 – Půdorys zapojení otopných těles 1PP, M 1:50
- Výkres číslo 02 – Půdorys zapojení otopných těles 1NP, M 1:50
- Výkres číslo 03 – Půdorys zapojení otopných těles 2NP, M 1:50
- Výkres číslo 04 – Půdorys zapojení otopných těles 3NP, M 1:50
- Výkres číslo 05 – Schéma zapojení otopných těles, M 1:50
- Výkres číslo 06 – Půdorys zapojení zdroje tepla, M 1:25
- Výkres číslo 07 – Schéma zapojení zdroje tepla, M 1:25